



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR**

**DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA “MEDICAMENTOS,
PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA SALUD”, CONSIDERANDO LO
QUE MOTIVA A LOS ESTUDIANTES DE QUÍMICA II DEL COLEGIO
DE CIENCIAS Y HUMANIDADES**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA
SUPERIOR, QUÍMICA**

P R E S E N T A :

QFI REYNA PAOLA HUERTA CHAMORRO

TUTOR: DR. ANDONI GARRITZ RUIZ

NOVIEMBRE, 2010

FACULTAD DE QUÍMICA

MADEMS

Maestría en Docencia
para la Educación Media Superior



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Mtra. Gisela Hernández Millán

Secretario: Dr. Kira Padilla Rodríguez

Vocal: Mtra. Roxanna Pastor Fasquelle

1er Suplente: Dr. Andoni Garritz Ruiz


2do Suplente: Mtra. Elva Martínez Holguín

Lugar donde se realizó la tesis:

Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

TUTOR DE TESIS:

Dr. Andoni Garritz Ruiz



Firma

*Dedicado al amor de mi vida, sin él no hubiera
podido cerrar este ciclo ni abrir todos los que me
esperan.*

Este trabajo se realizó en la Facultad de Química y el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur, con el apoyo de la beca otorgada por parte de la UNAM-DGAPA.

AGRADECIMIENTOS

Muchas cosas buenas me ha dejado el estudiar esta maestría, los conocimientos aprendidos, las experiencias vividas y las personas que marcaron mi vida y con las que estaré siempre agradecida. Terminé siendo mejor profesionalista y mejor persona gracias...

Al Dr. Andoni Garritz por ser el mejor tutor, un ejemplo a seguir por su fortaleza, compromiso, organización, inteligencia, calidez y sencillez.

A Nadia por enseñarme el tipo de profesora que quiero ser y convertirme en su colega y amiga.

A Daniel por ser el mejor esposo, por ayudarme, apoyarme y sobre todo hacerme feliz.

Esta tesis no hubiera sido lo mismo sin los sinodales, gracias a la maestra Elva, la maestra Gisela, la doctora Kira, la maestra Roxanna y el Dr. Andoni, que hicieron de este un mejor trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	2
Planteamiento del problema	3
Objetivos.....	5
Preguntas de investigación.....	5
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	6
I.1. El aspecto afectivo en la enseñanza	7
I.2. La motivación como parte de la afectividad.....	9
I.2.1. Motivación y aprendizaje	12
I.2.2. Componentes de la motivación	14
I.3. Unidad didáctica	19
I.3.1. Tareas para diseñar una unidad didáctica	21
CAPÍTULO II. INSTRUMENTOS	27
II.1. Instrumentos para determinar qué motiva a las y los estudiantes.....	28
II.1.1. ¿Cómo se construyó el cuestionario de opción múltiple con relación a qué motiva a las y los estudiantes para aprender química?	28
II.1.2. Medicamentos ¿Por qué y cómo se seleccionaron los contenidos de medicamentos?	29
II.1.3. Mezclas, estructura de la materia y reacción química ¿Por qué y cómo se seleccionaron estos temas?	30
II.2. Instrumento para evaluar contenidos científicos	31
II.2.1. Ideas alternativas. Construcción del cuestionario de “Evaluación conceptual”	31
II.3. Instrumento para medir la motivación de las y los estudiantes	35
II.3.1. Motivación de las y los estudiantes	35
II.4. Instrumentos para valorar, por parte de las y los estudiantes, las actividades.....	36
II.4.1. Bitácora COL “Comprensión Ordenada del Lenguaje”	36

II.4.2. Cuestionario post-actividad	37
II.5. Pruebas estadísticas	37
CAPÍTULO III. GENERALIDADES SOBRE LA UNIDAD DIDÁCTICA	40
III.1. Diseño de la unidad didáctica.....	41
III.1.1. Análisis científico	41
III.1.2. Análisis didáctico	47
III.1.3 Objetivos de aprendizaje	54
III.1.4. Diseño de estrategias didácticas.....	55
III.1.5. Selección de estrategias de evaluación	61
III.2. Aplicación de la unidad didáctica.....	66
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA “Medicamentos, productos químicos para la salud”	68
IV.1. Resultados del instrumento sobre motivación, antes y después de la aplicación de la UD.....	69
IV.2. Resultados del cuestionario de evaluación conceptual.....	72
IV.2.1. Relación entre motivación y aprendizaje	85
IV.3. Análisis de las actividades	87
IV.3.1. Análisis Actividad 1. Introducción.....	88
IV.3.2. Análisis actividad 2. Elaboración de tabletas de aspirina	92
IV.3.3. Análisis actividad 3. Sustancia y mezcla.....	100
IV.3.4. Análisis actividad 4. Reacción química y condiciones de reacción utilizando la teoría corpuscular.....	103
IV.3.5. Análisis actividad 5. Conclusión.....	109
IV.3.6. Análisis general de las actividades	113
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES.....	118
V.1. Recomendaciones.....	121
ANEXOS	122
ANEXO I	123
ANEXO II	125
ANEXO III	126

ANEXO IV	127
ANEXO V	129
ANEXO VI	130
ANEXO VII	133
REFERENCIAS.....	186

RESUMEN

Actualmente se acepta, en general, que el comportamiento de las y los estudiantes es influenciado por aspectos afectivos, entre ellos la motivación que poseen. Sabiendo que la motivación tiene un papel fundamental en el desempeño académico de ellas y ellos, es vital conocer qué aspectos los motivan, para considerarlos en la enseñanza de la química.

El objetivo principal es, determinar algunos aspectos que motiven a las y los estudiantes de Química II del CCH a aprender química, con la finalidad de desarrollar, probar y verificar la efectividad de la unidad didáctica (UD) "Medicamentos, productos químicos para la salud".

Para diseñar la UD se llevaron a cabo cinco tareas: 1. Análisis científico, de acuerdo con el temario de la asignatura, los temas abordados fueron mezcla, estructura de la materia y reacción química. 2. Análisis didáctico, se determinó que lo que más motiva al grupo de alumnos estudiado son los contenidos, seguido de la metodología de la enseñanza y por último los aspectos relacionados con el profesor; dentro de los temas, los más motivadores fueron: cómo se fabrican los medicamentos, cómo funcionan en nuestro cuerpo, qué sustancias tienen y sus peligros debidos a la automedicación. 3. Objetivos, relacionados con habilidades y conocimientos. 4. Estrategias didácticas, se plantearon cinco actividades, la central fue la producción de tabletas de ácido acetilsalicílico (Aspirina®). 5. Evaluación, utilizando dibujos, cuestionarios, portafolios, mapas mentales y exposiciones.

Para verificar la efectividad de la UD se aplicaron y analizaron instrumentos que miden la motivación y el aprendizaje de las y los alumnos; los resultados comprueban que la UD diseñada cumplió con sus objetivos, ya que favoreció el aprendizaje de las y los estudiantes y los motivó (aumentó la motivación general y la intrínseca, la autodeterminación, la autoconfianza y la relevancia de aprender química); por tanto la UD es una herramienta útil para enseñar los temas abordados en ésta.

ABSTRACT

It is now generally accepted that affective aspects, among them motivation, influence the behavior of the students. Knowing that motivation plays a fundamental role in the students' academic performance, it's vital to know what aspects motivates them in order to consider those in teaching chemistry.

The main goal of this work is to determine some aspects that motivate the students, of the Chemistry II course of CCH, to learn chemistry, for the development, application and evaluation of the Didactic Unit (UD) "Drugs, chemical products for health".

In order to design the UD, five tasks were carried out: 1. Scientific analysis, according to the course syllabus, the addressed subjects were mixture, matter structure and chemical reaction. 2. Didactic analysis, we determined that the aspects that motivated the most the students were content, followed by teaching methodology and last, teacher-related aspects; The most motivating subjects were: how do drugs are made, how do they work in our body, what substances do they have and the self-medication dangers. 3. Goals, related to skills and knowledge. 4. Didactic strategies, five activities were proposed, the main one was the production of acetylsalicylic acid tablets (Aspirin®). 5. Assessment, by drawings, questionnaires, portfolios, mental maps and seminars.

Motivation- and learning-measuring instruments were applied in order to assess the effectiveness of the UD; our results corroborate that the designed UD fulfilled the objectives, it favored the learning and motivation (enhanced intrinsic and general motivation, self-determination, self-confidence and the relevance of learning chemistry) of the students; therefore, the UD is a useful tool to teach the subjects which it contains.

INTRODUCCIÓN

*“Lo mejor que podemos hacer en el presente es entender
cómo el aprendizaje y el afecto se relacionan,
cómo interactúan y cómo su inevitable simbiosis
puede ser puesta a disposición del estudiante y de nuestra sociedad”*

George Mandler (1989)

Justificación

Comúnmente la docencia de la ciencia se lleva a cabo como una transmisión mecánica de verdades científicas que no requieren someterse a discusión, por lo que el alumno se vuelve un ser pasivo y receptivo, mientras que el profesor se convierte en la autoridad, debido a sus conocimientos y experiencia, correspondiéndole la parte activa del proceso de enseñanza-aprendizaje. Así, el alumno repite lo que aprende sin una reflexión, pues se queda con la información obtenida como algo dado, incuestionable. No participa, por lo tanto, en la construcción del conocimiento (Rojas, 2005).

Sin duda, uno de los principales problemas de este tipo de enseñanza es que no motiva al alumno a plantear problemas; el aula se convierte en un espacio para desalentar la participación; con ello muchos profesores y profesoras evitan el conflicto, la discusión, y por ende, el cambio (Rojas, 2005). La exposición de los temas está bajo la responsabilidad del profesor, mientras que las y los alumnos asumen una actitud pasiva o cuando mucho sólo participan con preguntas o dudas.

El proceso educativo en muchos casos se lleva a cabo de manera muy tradicional, es decir, de acuerdo solamente con un modelo de transmisión-recepción de la información, sin considerar que una escuela es fundamentalmente una comunidad de relaciones y de interacciones orientadas al aprendizaje, donde éste depende principalmente del tipo de relaciones que se establezcan en el aula. Sin embargo, es de llamar la atención el olvido de la faceta afectiva por parte de los investigadores educativos de la ciencia, como una de las que depende crucialmente el aprendizaje.

Para esta investigación, apuntamos desde ahora a la faceta afectiva como crucial para la enseñanza y el aprendizaje. Debido a la falta de estudios sobre la afectividad en la enseñanza de la ciencia, y ya que es muy importante el conocimiento de este aspecto para incorporar elementos que mejoren el proceso educativo de la química, se hace necesario realizar estudios de este tipo para desarrollar una unidad didáctica que facilite el proceso de aprendizaje de las y los estudiantes de química. La afectividad involucra las emociones, las creencias, las actitudes, los sentimientos y la motivación; sin embargo, al ser la afectividad un tema bastante amplio y complejo para investigar, hemos decidido enfocarnos únicamente en los aspectos que motivan a las y los estudiantes.

En el bachillerato, la baja motivación de las y los estudiantes que no van a estudiar una carrera de ciencias fomenta un bajo aprovechamiento. Entonces, un reto compartido por las y los

profesores de ciencia de todas las instituciones, particularmente aquellas con clases de muchos alumnos, es motivar a los que no van a estudiar una carrera en ciencia o ingeniería a aprender ciencia de manera satisfactoria. Por lo tanto, es importante replantear la manera de impartir clases, considerando no sólo el contenido, sino también la motivación de las y los estudiantes.

Planteamiento del problema

La comprensión de las ciencias y la tecnología resulta crucial en la preparación de las y los estudiantes para la vida en la sociedad contemporánea. Es innegable la necesidad de promover la alfabetización o competencia científica en los ciudadanos, al ser la ciencia y la tecnología un factor esencial para el desarrollo de las personas y un imperativo estratégico para el desarrollo de una nación (Maiztegui *et al.*, 2002).

La educación científica aparece como una necesidad del desarrollo social y personal. Pero las expectativas puestas en la contribución de las ciencias a unas humanidades modernas no se han cumplido y asistimos a un fracaso generalizado y, lo que es peor, a un creciente rechazo de las y los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias e, incluso, hacia la ciencia misma (Fernández *et al.*, 2005).

A pesar de que la ciencia es necesaria en casi todos los ámbitos de la vida, en muchos alumnos se generan actitudes negativas hacia ésta, manifestando a veces aversión y rechazo. La aparición de estas actitudes podría estar relacionada con los fracasos en el aprendizaje de la ciencia, incluyendo física, biología y química, de ahí que consideremos necesario el estudio de los factores afectivos en el aprendizaje (Caballero y Blanco, 2007; PISA, 2007; Gavidia, 2008).

Según los resultados de México en el Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes 2006 o Informe PISA (2007) por sus siglas en inglés (*Programme for International Student Assessment*), en relación con los temas científicos, específicamente los que involucran a los químicos en alumnos de 15 años, el promedio se encuentra justo arriba del límite del Nivel 2, es decir, el nivel mínimo deseable, según los niveles definidos en el informe PISA. Un 51% de las y los estudiantes mexicanos ocuparon los niveles 0 y 1. Creemos que muchos factores pueden influir en el bajo aprovechamiento de las y los estudiantes, tales como la complejidad misma de la materia, la falta de equipo e instrumental de laboratorio y, aunado a esto, que algunos profesores y profesoras siguen empleando el método tradicional que, como se

mencionó con anterioridad, promueve el papel pasivo del estudiante en la construcción de su conocimiento, sin considerar lo que lo motiva a aprender química.

Algunos estudios muestran que la ausencia de motivación adecuada constituye un problema en todos los niveles educativos. La falta de motivación es señalada como una de las causas primeras del deterioro y uno de los problemas más graves del aprendizaje, sobre todo en educación formal (Míguez, 2010).

A pesar de que la mayoría de las y los profesores está consciente de que es preferible que las y los estudiantes se involucren activamente en la construcción de su aprendizaje y que este proceso es más eficiente si las y los alumnos se encuentran motivados, poco se ha investigado acerca de qué los motiva. Es decir, sabiendo que la motivación tiene un papel fundamental en el desempeño académico de ellas y ellos, es vital conocer qué aspectos los motivan para considerarlos en la enseñanza de la química y de esta manera promover su aprendizaje y su entendimiento, disminuyendo así los índices de reprobación y deserción que comúnmente acompañan a esta materia.

Para desarrollar la unidad didáctica se eligió el modelo educativo actualmente impulsado por el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), que considera al estudiante como un individuo capaz de construir por sí mismo el conocimiento y determinar sus aplicaciones. En este sistema el trabajo del docente es el de dotar al alumno de los instrumentos metodológicos necesarios para adquirir los principios de una cultura científico-humanística. Por ello, el profesor no sólo es el transmisor de conocimientos, sino un compañero responsable del alumno al que propone experiencias de aprendizaje, que le permiten construir nuevos conocimientos, tomando conciencia creciente de cómo proceder para lograrlo por su propia cuenta y mediante la información y la reflexión rigurosa y sistemática (CCH, 2009).

Una vez seleccionado el plan de estudios, se eligió la unidad 3: “Medicamentos, productos químicos para la salud” de la materia Química II para desarrollar una unidad didáctica que permita cumplir con el programa, ampliando los conocimientos de las y los alumnos en los temas “mezcla”, “estructura de la materia” y “reacción química”; además de motivar a las y los estudiantes a su aprendizaje.

Objetivos

Objetivo general

Determinar algunos aspectos que motiven a las y los estudiantes de Química II del CCH a aprender química, con la finalidad de desarrollar, probar y verificar la efectividad de la unidad didáctica “Medicamentos, productos químicos para la salud”.

Objetivos particulares

- Establecer un procedimiento que permita medir el grado de motivación de las y los estudiantes.
- Desarrollar una metodología mediante la cual se determine qué aspectos motivan a las y los estudiantes hacia algunos temas específicos.
- Desarrollar la unidad didáctica “Medicamentos, productos químicos para la salud”, considerando el programa de Química II del plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades y los aspectos que motivan a las y los estudiantes.
- Aplicar la unidad didáctica desarrollada para comprobar su efectividad en el aprendizaje y la motivación de los estudiantes.

Preguntas de investigación

¿Cuáles son los aspectos que motivan a las y los estudiantes de Química II del CCH a aprender química y que pueden ser utilizados para desarrollar la unidad didáctica “Medicamentos, productos químicos para la salud”?

¿Qué elementos habría que incorporar en una unidad didáctica con el tema “Medicamentos, productos químicos para la salud”?

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

“Cualquier descripción de la naturaleza humana que ignore la motivación y la emoción tiene una utilidad limitada para facilitar el aprendizaje y la pedagogía.”

Howard Gardner (2000)

De acuerdo con los objetivos del presente trabajo son tres los elementos básicos que deben desarrollarse como marco teórico: la afectividad, la motivación y sus componentes, y la unidad didáctica.

I.1. El aspecto afectivo en la enseñanza

Son varios los investigadores educativos que han resaltado la importancia de la afectividad en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Tobin y Fraser (1990) concluyeron que las tendencias más frecuentes que marcan a las y los profesores de ciencia ejemplares son:

- Utilizan estrategias de gestión que facilitan el compromiso estudiantil sostenido.
- Usan estrategias diseñadas para incrementar el entendimiento estudiantil de la ciencia.
- Ponen en práctica estrategias que fomentan la participación estudiantil en actividades de aprendizaje.
- Mantienen un ambiente de aprendizaje favorable en el aula.

Para mantener ese ambiente de aprendizaje favorable en el aula, Tobin y Fraser mencionan el aspecto afectivo como crucial. Indican además que *“los profesores ejemplares y los no ejemplares pueden diferenciarse en términos del ambiente psicosocial de sus clases vistas por los ojos de sus estudiantes, y que las y los profesores ejemplares crean típicamente ambientes de clase que son marcadamente más favorables que aquellos de las y los profesores no ejemplares”*. Estos mismos autores demuestran que la práctica efectiva deriva de las creencias del profesorado acerca de la enseñanza y el aprendizaje, así como de la presencia de todo un depósito de conocimiento pedagógico específico de la disciplina, lo que les permite mantener un ambiente de aprendizaje propicio para aprender, alentar la participación y monitorear el entendimiento estudiantil del contenido científico.

Según Casassus (2003), el clima emocional del aula es el factor principal para explicar las variaciones en el rendimiento de las y los alumnos, por lo que se puede considerar que los factores afectivos de las y los profesores tienen una gran influencia en los de las y los estudiantes y en sus logros.

Brophy (2001) presenta doce guías para la buena enseñanza a partir de la investigación; siendo la primera de ellas: *“El clima de apoyo en el salón de clase”* para la cual plantea que *“las y los estudiantes aprenden mejor en comunidades de aprendizaje afectuosas y unidas. Los contextos productivos para el aprendizaje muestran una ética de la afectuosidad que permea las interacciones profesor-estudiante y estudiante-estudiante, y que trasciende géneros, razas,*

etnicidades, culturas, estatus socioeconómicos, condiciones limitantes u otras diferencias individuales".

Brophy va más allá al mencionar los atributos que debe poseer un buen profesor para crear ese clima que moldee a sus estudiantes a conformar una comunidad cohesiva y de apoyo para el aprendizaje, que los vuelva más efectivos como modelos y socializadores: *"una disposición alegre, simpatía, madurez emocional, sinceridad y afectuosidad sobre las y los estudiantes, como individuos, así como aprendices"*. De acuerdo con Postic (1996) el papel de mediador que ejerce el docente no es neutral, puesto que se compromete por entero en la situación pedagógica, con lo que él cree, lo que él dice y hace y lo que él es; según el tono que adopta, la mirada que lanza y el gesto que esboza, su mensaje adquiere un valor específico para el conjunto de las y los alumnos.

Goleman (1995) menciona las siguientes como las cinco competencias básicas emocionales:

1. saber cómo expresar las emociones
2. manejar el estado de ánimo
3. sentir empatía con los estados emocionales de los otros
4. motivarse a uno mismo y a otros
5. ejercitar una gran gama de habilidades sociales

Actualmente se acepta de manera general que el comportamiento de las y los estudiantes es influenciado por los valores que ellos tienen, la motivación que poseen, las creencias que traen de casa al salón de clases, y las innumerables actitudes que han formulado hacia la escuela, ciencia y vida en general (Simpson *et al.*, 1994). Los estudios que se enfocan en el dominio afectivo de las y los estudiantes tienden a incluir varios constructos; tales como actitudes, valores, creencias, opiniones, emociones, intereses y motivación; como los ingredientes esenciales de la dimensión afectiva del aprendizaje (Dos Santos y Mortimer, 2003). Entre ellos se incorporan varias auto-creencias, como les han llamado los psicólogos, tales como la auto-estima, el auto-concepto, la auto-eficacia, el auto-control, la auto-determinación y la auto-regulación.

Los autores citados dan relevancia a diversos aspectos, como, la motivación, las creencias de las y los estudiantes, las relaciones sociales que se establecen en la clase y la actitud hacia la ciencia.

La dimensión afectiva puede definirse como un extenso rango de sentimientos y humores; estados de ánimo que son considerados como algo diferente de la pura cognición, incluyendo no sólo los sentimientos y las emociones (McLeod, 1989).

Pintrich *et al.* (1993) hicieron notar como relevantes muchos otros factores, entre los que se encuentran la motivación, las creencias de las y los estudiantes, las relaciones sociales que se establecen en la clase y la actitud hacia la ciencia. Se reconoce que un cambio en las concepciones sobre ciertos contenidos, desde las ideas previas o concepciones alternativas hasta las concepciones científicas, no puede hacerse solamente con base en argumentos lógicos o puramente cognitivos, sino que la transformación de lo que conciben las y los estudiantes sobre determinados contenidos es determinada por cuestiones muy diversas, por ejemplo, sus propias concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia, así como sobre la enseñanza y el aprendizaje.

No cabe duda de que los aspectos afectivos resultan cruciales para que las y los estudiantes aprendan.

Casassus (2006) menciona algunos problemas y necesidades percibidas por los docentes:

- Problemas conductuales y de disciplina en el aula. Se gasta demasiada energía y demasiado tiempo tratando de mantener la disciplina.
- Las y los alumnos están distraídos. No se concentran y es sumamente difícil mantener su atención durante la hora de clases.
- Falta de interés. Las y los alumnos no están interesados en lo que se les enseña en clase; no están motivados por las materias y los temas.

Es en el último punto donde se desea intervenir con el presente trabajo, la motivación.

I.2. La motivación como parte de la afectividad

La educación es un proceso complejo que requiere de la mediación de otros seres humanos que diseñen, guíen, orienten y lleven a cabo el proceso educativo, así como de métodos y recursos que lo faciliten. En referencia a la educación de carácter académico, todo el conjunto de medios que entran en juego requiere de un motor que active la conducta, orientándola a conseguir objetivos. Ese motor es precisamente la motivación humana (Huertas y Montero, 2007).

“En el dominio de la ciencia, desde la investigación sobre la instrucción de la ciencia y prácticas escolares hasta la investigación sobre el cambio conceptual, los investigadores han dado numerosas explicaciones a la pregunta de cuáles son los determinantes del éxito académico,

mientras que no se niega la importancia de tales investigaciones, es de hacerse notar que se ignora un aspecto crucial del proceso de enseñanza: la motivación” (Zusho et al., 2003).

En el estudio del comportamiento de los seres vivos, pocos conceptos han suscitado tanto interés y despertado tantas expectativas como los vinculados con los procesos motivacionales. Se habla con suma frecuencia de motivación en el trabajo, en el hogar, en la escuela. Desde el punto de vista psicológico, el comportamiento siempre es motivado y, como resultado de ello, el individuo busca bienestar económico, sentimental y social (Hernández, 2002).

La investigación en psicología educacional ha ido mostrando que la motivación para aprender, entendida como la energía que moviliza nuestras acciones, es dinámica y que varía según los contextos de aprendizaje en que los sujetos se encuentren, resaltando así el valor cultural y contextual de los procesos de aprendizaje cuya construcción sucede en escenarios específicos (Bono, 2010).

A la hora de explicar los procesos de aprendizaje en contextos académicos, Pintrich (2003) destaca tres componentes:

- a) **Motivacionales.** La orientación a metas de logro, las expectativas de éxito y fracaso, las autopercepciones de competencia y habilidad (creencias de auto-eficacia), creencias de control, el valor asignado a la tarea, y las relaciones afectivas y emocionales.
- b) **Cognitivas.** Las estrategias de autorregulación cognitiva, las estrategias de aprendizaje y la metacognición.
- c) **Relativas al contexto de aprendizaje.** Las características de la tarea, el contexto en el que tiene lugar la actividad, la percepción del alumno de ambos aspectos, las metas que se proponen en el aula, la estructura de trabajo en la clase, los métodos de enseñanza, la conducta del profesor, y el tipo de interacciones que se establece entre alumnos y entre profesor y alumnos.

La integración de los elementos motivacionales y cognitivos es necesaria para tener una visión completa del proceso de aprendizaje en el contexto escolar, así como para comprender las dificultades que aparecen en el proceso de instrucción.

La motivación es un constructo hipotético, inaccesible a la observación directa, introducido por Tolman (citado en Manassero *et al.*, 1998), cuya importancia reside en su potencia explicativa y predictiva de las conductas humanas en diversos contextos.

El término motivación significa la acción de motivar. Esta palabra, a su vez, proviene de la voz latina *motivus* que significa motivo y se refiere a la “capacidad de mover”. Cuando se habla de

motivación, por lo tanto, se describe *“el conjunto de variables intermedias que activan la conducta y la orientan para la consecución de un objetivo”* (Huertas y Montero, 2007).

Desde una perspectiva científica, la motivación se entiende como una fuerza que impulsa al individuo a actuar y a perseguir metas específicas; de modo que es un proceso que puede provocar o modificar un determinado comportamiento (Eccles y Wigfield, 2002).

La motivación en el aula, es un estado interno que incrementa, dirige y sostiene el comportamiento de las y los estudiantes. Los estudios de la motivación, realizados por los investigadores de la educación en ciencia, intentan explicar por qué las y los estudiantes luchan por alcanzar metas particulares al aprender ciencia, qué tan intensivamente luchan, qué tanto tiempo luchan y qué sentimientos y emociones los caracterizan en este proceso.

De acuerdo con Brophy (1988) la motivación por aprender es *“la tendencia de un estudiante para encontrar actividades académicas significativas y valiosas y para intentar derivar los beneficios académicos buscados por estas actividades”*.

Las y los estudiantes que quieren aprender normalmente lo hacen, aquellos que no quieren aprender normalmente no lo hacen, el problema no es que a las y los estudiantes les falte motivación, es que ellos no están motivados a hacer lo que nosotros queremos que hagan. Thomas (1980) señaló *“lo que hace que los individuos busquen o eviten actividades de aprendizaje es la percepción que tienen de ellos mismos, sus percepciones del valor asociado con la terminación exitosa de las tareas y sus percepciones del grado al cual el esfuerzo resultará en alcanzar el éxito (su auto-concepto)”*. Antes de que se pueda mejorar la motivación, se debe de determinar cuál de estas percepciones cuentan para el desinterés de nuestros estudiantes. Consecuentemente, la motivación es una preocupación principal de todos los maestros concienzudos.

La motivación del estudiante va más allá del propio individuo ya que, aunque éste tiene un papel activo en la regulación de su motivación, se ve claramente influido por el contexto; y éste, a su vez, se modifica por el comportamiento del alumno; por tanto, cualquier interacción motivacional en el aprendizaje de las y los alumnos debe suponer una atención no sólo al individuo, sino también a lo que lo rodea; de ahí la importancia de crear un contexto lo más propicio posible para favorecer el aprendizaje, con especial énfasis en el papel del docente en esta labor (Montero y de Dios, 2004).

De acuerdo con lo mencionado por Huertas, *et al.* rescatado por Bono (2010), el contexto educativo es un escenario procedente para mostrar la utilidad de una aproximación teórica motivacional en la que se enfatizan de forma fundamental los procesos de interacción entre el

desarrollo social y cultural y la construcción del sujeto humano. El aula es un espacio de transacciones y de cambios permanentes donde pueden verse la dinámica de los motivos, el cambio de escenarios, las relaciones entre profesores y alumnos, las expectativas y atribuciones de las y los alumnos en términos de desempeño, la valoración del tipo de tareas, las valoraciones personales, entre otros.

El desempeño del profesor es un elemento del contexto de la clase. Así, el modo en que las y los estudiantes perciben al aula como un contexto propicio para la construcción de aprendizajes está relacionado con el impacto motivacional que produce el desempeño de las y los profesores en ellos, a partir de las pautas de actuación que los docentes despliegan. En consecuencia, se puede considerar que el desarrollo y la activación de la motivación se sitúan en el contexto de la clase y están influenciados por las características del contexto (Paris y Turner citados en Bono, 2010).

A pesar de los numerosos estudios desarrollados en torno a los docentes y a la motivación por aprender, aun continúa vigente el problema de cómo estimular y sostener los aprendizajes de las y los alumnos en clase, de manera que este conocimiento permita mejorar la calidad de los procesos de enseñanza- aprendizaje.

Pintrich (2003) sugiere siete preguntas para continuar con los esfuerzos de la investigación sobre la motivación:

1. ¿Qué quieren las y los estudiantes?
2. ¿Qué motiva a las y los estudiantes en la clase?
3. ¿Cómo obtienen las y los estudiantes lo que desean?
4. ¿Saben las y los estudiantes qué es lo que quieren o qué los motiva?
5. ¿Cómo conduce la motivación a la cognición y la cognición a la motivación?
6. ¿Cómo cambia y se desarrolla la motivación?
7. ¿Cuál es el papel del contexto y la cultura en todo esto?

Las primeras cuatro, y principalmente la segunda, deben ser respondidas para poder cumplir con el objetivo de este trabajo.

I.2.1. Motivación y aprendizaje

Las y los profesores planifican según el contexto y el contenido que se va a enseñar, los que se irán modificando en función de los intereses motivacionales. Las y los profesores influyen en la motivación y el aprendizaje de sus estudiantes a través de su planificación e instrucción, y, a su vez, la manera en que las y los estudiantes reaccionan provoca en las y los profesores modificaciones que, ellos entienden, afectarán de mejor manera la motivación y el aprendizaje. De igual manera, la forma en que las y los profesores desarrollan la instrucción y controlan la ejecución de las y los estudiantes tiene un efecto importante en la motivación (Bono, 2010).

Se puede considerar al aprendizaje como el proceso a través del cual se adquieren habilidades, destrezas y conocimientos, como resultado de la experiencia, la instrucción o la observación. En el ámbito educativo, en general, se espera que los actores que participan en sus escenarios alcancen ciertos niveles de aprendizaje, no sólo de conocimientos, sino también de procedimientos y actitudes. Y no cabe duda de que la mejor manera de aprender sea cuando las y los estudiantes sienten agrado y están motivados para el aprendizaje. Si coinciden motivación y aprendizaje, los conocimientos adquiridos son más sólidos y el aprendizaje resulta más consistente (Huertas y Montero, 2007).

Cuando las y los profesores se empeñan en que las y los alumnos aprendan de manera significativa, es decir, que aprendan a relacionar los nuevos conocimientos con los conocimientos previos, son imprescindibles las condiciones personales y ambientales que favorecen la motivación.

Algunas ventajas de un aprendizaje significativo respecto a otro que sea sólo memorístico son las siguientes:

- Produce una retención más duradera de la información, ya que la nueva, al relacionarse con la anterior, se deposita en la llamada memoria a largo plazo.
- Facilita adquirir nuevos conocimientos relacionados con los aprendidos anteriormente, pues hay un conocimiento ya asimilado que se puede relacionar más fácilmente con los nuevos conocimientos a obtener.

Para que estas ventajas se logren es necesario que el maestro conozca cuáles son los conocimientos previos del alumno; que organice de acuerdo a una secuencia lógica el material didáctico, recordando que no sólo es importante el contenido sino la forma en que éste se presente a las y los alumnos y, finalmente, que considere la motivación del alumno (Huertas y Montero, 2007).

Un conocimiento se convierte en significativo debido a un proceso interno del sujeto, no es una característica inherente al conocimiento. Hay aprendizaje significativo si puede relacionarse la

información de modo no arbitrario y sustancial con lo que ya se sabe, incorporando el nuevo conocimiento a otros conocimientos ya existentes en forma organizada.

Se trata de un proceso en el que lo que se aprende es el producto de la información nueva interpretada a través de lo que ya sabemos. No se reproduce información, sino que se asimila o integra en nuestra estructura cognitiva anterior, se comprende cuando se traduce algo a las propias ideas. De este modo, algunos rotulan al proceso que caracteriza al aprendizaje humano como “aprendizaje con sentido”; sin embargo, en muchas teorías se advierte una omisión sistemática de aquello que da sentido al aprendizaje, la motivación (Moll citado en Míguez, 2010). La relación causal entre motivación y aprendizaje es recíproca; los motivos para aprender deben ser suficientes para superar la inercia de no aprender.

Cuando lo que mueve al aprendizaje es el deseo de aprender en sí mismo, sus efectos sobre los resultados obtenidos parecen ser más sólidos y consistentes que cuando el aprendizaje está movido por motivos externos (Míguez, 2010).

De aquí en adelante cuando se hable de aprendizaje se refiere a aprendizaje significativo.

I.2.2. Componentes de la motivación

Las teorías modernas de la motivación se enfocan específicamente en la relación de creencias, valores y metas con la acción (Eccles y Wigfield, 2002). No cabe duda de que la motivación es una construcción compleja dentro de la psicología educativa. Estos autores agrupan las teorías sobre motivación en cuatro categorías:

- Las enfocadas en la expectación, incluyendo auto-eficacia y teorías del control.
- Las encauzadas hacia las razones del compromiso, comprendiendo las teorías de la motivación intrínseca, las metas y los intereses.
- Las que integran los constructos de la expectación y el valor, involucrando teorías de la atribución, de la expectación-valor y la auto-valía.
- Las que integran motivación y cognición, abarcando y ligando las teorías de la motivación con las de la **auto-regulación**, la cognición y la volición.

Zimmerman (1989) describió que las y los alumnos auto-regulados son activos metacognitivamente, motivacionalmente y conductualmente en su propio proceso de aprendizaje y en alcanzar sus metas. Puso determinantes personales, ambientales y de comportamiento, relacionados recíprocamente con el aprendizaje, que permiten a los

individuos controlar el grado en el que ellos se auto-regulan a través de decisiones y acciones personales y de comportamiento. También reconoció que el contexto es importante en el sentido de que algunos ambientes no permiten mucho movimiento en la decisión de actividades o acercamientos, haciendo la auto-regulación más difícil (Eccles y Wigfield, 2002).

El sistema de auto-regulación que *“tiene que ver con las funciones típicas de la conciencia humana, controlar y regular las acciones y armonizarlas con conocimientos y pensamientos estratégicos”* (Huertas y Montero, 2007) afecta el logro académico de las y los estudiantes al influir sobre comportamientos como la asistencia a clases, la realización de preguntas, la búsqueda de consejo, el estudio, y la participación en el aula y en grupos de estudio (Pajares citado en Glynn *et al.*, 2007).

Existen al menos 6 constructos clave dentro del sistema de auto-regulación que contribuyen a la motivación general del estudiante para aprender y, consecuentemente a alcanzar el logro (Bandura citado en Glynn *et al.*, 2007), siendo éstos los siguientes: la motivación intrínseca, la motivación extrínseca, la creencia en el valor de las tareas, la auto-determinación, la auto-eficacia y la ansiedad; mismos que son posibles medir con el *Science Motivation Questionnaire, SQM* (Ver Capítulo II, pag. 35) y que se describen a continuación.

A) Motivación intrínseca y motivación extrínseca

La motivación de hacer algo por sí solo es principalmente intrínseca, mientras que la motivación de hacerlo como un medio para un fin es principalmente extrínseca. La motivación intrínseca reside en la tendencia humana de perseguir intereses y ejercitar capacidades. Las y los estudiantes a veces realizan tareas por razones de motivación tanto intrínseca como extrínseca; por ejemplo, el estudiante que lleva a cabo un proyecto de ciencia puede disfrutar este proceso, particularmente si el estudiante puede acercarse al proyecto de diferentes formas, pero también puede estar motivado por el prospecto de recibir un premio si el proyecto entra a una competencia (Glynn y Koballa, 2006).

La motivación intrínseca facilita el desarrollo intelectual; mientras que en la motivación extrínseca los controles externos llevan hacia la obediencia. Aún más, el basarse en recompensas externas para la motivación lleva a la dependencia, después de que las recompensas se quitan, cesa el comportamiento recompensado.

Cuando las y los alumnos están intrínsecamente motivados, se involucran en una actividad porque están interesados en ella y la disfrutan; su participación es la propia recompensa y no depende de estímulos externos.. Cuando están extrínsecamente motivados, los individuos se

involucran en actividades por otras razones como el recibir una recompensa (Eccles y Wigfield, 2002).

De acuerdo con Pintrich y Schunk citados en Jiménez y Macotela (2008), trabajar en una tarea por motivos intrínsecos, no sólo origina mayor placer, sino que además promueve el aprendizaje y el rendimiento escolar. Se argumenta que cuando las y los estudiantes están motivados internamente, realizan actividades que promueven su aprendizaje: ponen atención, se esfuerzan más, dedican mayor tiempo, organizan el conocimiento, lo relacionan con lo que saben y aplican los conocimientos y habilidades aprendidas en diferentes contextos; a su vez, el aprendizaje promueve más la motivación intrínseca.

Algunas frases utilizadas en el SQM (Anexo IV) para medir estos componentes son:

Motivación intrínseca

- *Disfruto aprendiendo química.*
- *Encuentro interesante el aprender química.*

Motivación extrínseca

- *Me gusta ser mejor que los demás estudiantes en los exámenes de química.*
- *Pienso en cómo aprender química puede ayudarme a conseguir un buen trabajo.*

B) Creencia en el valor de las tareas

El tercer componente motivacional es la creencia en el valor de las tareas, o las creencias de las y los estudiantes acerca de la utilidad y la importancia de un curso. Considerando que las tareas realizadas por las y los alumnos durante este trabajo serán sobre química y específicamente sobre el aprendizaje de esta materia de aquí en adelante este componente se denominará Relevancia de aprender química. De nuevo, se cree que el tener mayor creencia en el valor de las tareas es favorable; típicamente, los investigadores han demostrado relaciones positivas entre las creencias de valor de las tareas y niveles más profundos de desempeño y procesamiento cognitivo (Zusho *et al.*, 2003).

Algunas frases utilizadas en el SQM (Anexo IV) para medir este componente son:

- *La química que aprendo está relacionada con mis objetivos personales.*
- *Pienso en cómo usaré la química que estoy aprendiendo.*

C) Auto-determinación

Es la habilidad de tener opciones y un grado de control sobre lo que hacemos y como lo hacemos, muchas personas quieren estar en control de su propio comportamiento y son infelices cuando sienten que han perdido el control. Cuando las y los estudiantes tienen la oportunidad de determinar cuáles serán sus actividades educacionales, más probablemente se beneficiarán de ellas (Glynn y Koballa, 2006).

Cuando las y los estudiantes creen tener algún grado de control sobre su aprendizaje, como el seleccionar algunos tópicos de su laboratorio, la motivación se incrementa (Reeve *et al.* citado en Glynn *et al.*, 2007).

Algunas frases utilizadas en el SQM (Anexo IV) para medir este componente son:

- *Tengo problemas aprendiendo química, pero estoy tratando de descubrir la razón.*
- *Me esfuerzo lo suficiente por aprender química.*

Los psicólogos educativos han examinado las auto-percepciones, como la auto-determinación y la auto-eficacia, durante décadas y han concluido que las y los estudiantes con auto-percepciones positivas y fuertes se ponen metas académicas más retadoras a sí mismos, persisten más tiempo en tareas difíciles, se sienten menos ansiosos para lograr sus metas y disfrutan más de su trabajo académico (Nieswandt, 2007).

D) Auto-eficacia

La auto-eficacia es el juicio de las propias capacidades para desarrollar una tarea, así como las creencias acerca de la acción en el curso. Generalmente, los investigadores han mostrado que es más conveniente el tener creencias de eficacia altas. Las y los estudiantes que creen que son capaces de completar adecuadamente una tarea y que tienen mayor confianza en su habilidad para hacerlo, típicamente demuestran los mayores niveles de logro académico y también se involucran en comportamientos académicos que promueven el aprendizaje (Bandura citado en Zusho *et al.*, 2003).

Bandura (1997) definió auto-eficacia como la confianza de un individuo en su habilidad para organizar y ejecutar un curso de acción dado para resolver un problema o completar una tarea; él la caracterizó como un constructo multi-dimensional que varía en fuerza, generalidad y nivel (o dificultad). Entonces, algunas personas tienen un fuerte sentido de auto-eficacia y otras no lo tienen; algunos tienen creencias de eficacia que involucran muchas situaciones, mientras que otros tienen creencias de eficacia muy reducidas, y algunos creen que son eficaces hasta en las

tareas más difíciles, mientras que otros creen que son eficaces sólo en las tareas más fáciles (Eccles y Wigfield, 2002). Se puede evaluar el nivel, la generalidad y la fortaleza de la auto-eficacia. El *nivel* se refiere a su dependencia en la dificultad de una tarea particular, tal como deletrear palabras de cada vez mayor dificultad; la *generalidad* es la transferibilidad de las creencias de auto-eficacia entre disciplinas, por ejemplo, del álgebra a la estadística; y la *fortaleza* es la medición de la certidumbre que tiene uno para desarrollar una tarea dada.

Las creencias de auto-eficacia se refieren a la capacidad de las y los estudiantes para completar una tarea (Pintrich *et al.*, 1993). Cuando los investigadores de la educación de la ciencia utilizan este término se refieren a la confianza que tiene el estudiante acerca de su habilidad para tener éxito en un campo de la ciencia (Glynn y Koballa, 2006).

Dice Zimmerman (2000) que “*La auto-eficacia ha surgido como un predictor altamente efectivo de la motivación y el aprendizaje estudiantil. Los investigadores han tenido éxito en verificar su validez para predecir resultados motivacionales comunes, tales como la elección de actividades por las y los estudiantes, el esfuerzo, la persistencia y las reacciones emocionales.*”

Algunas frases utilizadas en el SQM (Anexo IV) para medir este componente son:

- *Confío en que rendiré tan bien o mejor que mis compañeros en la clase de química.*
- *Creo que puedo lograr dominar el conocimiento y las habilidades de la clase de química.*

E) Ansiedad

Se ha encontrado que la ansiedad, o la preocupación general y las emociones negativas acerca de ir bien en clases, tienen consecuencias negativas en la cognición y el desempeño (Zeidner citado en Zusho *et al.*, 2003). Un alto grado de ansiedad por evaluaciones disminuye la motivación y el logro de las y los estudiantes

Todos las y los estudiantes experimentan ansiedad entre una ocasión y la otra. Un nivel moderado de ansiedad es bueno, porque ayuda a motivar el aprendizaje. Para asegurar que la ansiedad permanece en un rango moderado es importante que los instructores determinen qué tan bien preparados están las y los estudiantes para el aprendizaje que les será requerido. Si las y los estudiantes no tienen la preparación adecuada su ansiedad será excesiva. Además, es importante que los instructores tomen en cuenta las diferencias individuales en las personalidades de las y los estudiantes, porque algunos, aún los preparados, puede sentirse amenazados por tareas que otros pueden encontrar disfrutables. Por ejemplo, las y los estudiantes introvertidos pueden estar extremadamente nerviosos acerca de informar sus

resultados de laboratorio enfrente de la clase, mientras que los extrovertidos pueden sentirse entusiasmados acerca de ello (Glynn y Koballa, 2006).

Algunas frases utilizadas en el SQM (Anexo IV) para medir este componente son:

- *Me pongo nervioso al pensar qué calificación sacaré en un examen de química.*
- *Me preocupa que los demás estudiantes sean mejores en química que yo.*

I.3. Unidad didáctica

Por didáctica se entiende al campo de conocimientos que se ocupa de explicar los procesos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito áulico, con el fin de fundamentarlos para que se concreten en modelos de trabajo docente. Esta concepción ha sufrido cambios a través del tiempo; antes trataba de prescribir las condiciones ideales de enseñanza para un aprendizaje eficaz; ahora su función es la de brindar a los docentes posibilidades de reflexión sobre su práctica, para que se puedan tomar decisiones adecuadas respecto al propio proceso de enseñanza-aprendizaje (E/A) que están llevando a cabo con sus alumnos. Si bien el trabajo docente es eminentemente práctico, detrás de esa práctica debe haber un cuerpo teórico que explique en qué fundamento se basa esa práctica (Chrobak y Leiva, 2006).

Cuando un docente inicia su participación en el proceso de E/A rápidamente se vislumbran numerosos retos, preocupaciones, inquietudes y dudas sobre la manera de lograr que las y los alumnos aprendan.

El diseño de una unidad didáctica es realmente una toma de decisiones, las cuales se ven influenciadas por la visión que tiene el profesorado de la enseñanza en toda su amplitud. Fernández *et al.* (1999) en su libro *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* afirman que la elaboración de una unidad didáctica es algo demasiado complejo como para proponer una secuencia lineal de trabajo. Diferentes partes del proceso interaccionan con las demás, componiendo un sistema que ha de abordarse en su conjunto. Desde a quien va dirigida, los objetivos que se pretenden conseguir, los contenidos, el uso de una determinada metodología, el empleo de recursos, hasta la evaluación de todo el proceso.

Un modelo de diseño consiste más bien en una reflexión sobre el modo (cómo) de unir ambos aspectos, partiendo de unos contenidos (qué), persiguiendo unos objetivos (para qué), explicitando las razones (por qué), la secuencia y los tiempos de la enseñanza (cuándo), teniendo en cuenta los recursos (cuánto) y los agentes que intervienen en el proceso (quiénes)

(Moreno *et al.*, 2002).

Una unidad didáctica es una forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad. Para llevar a cabo esa planificación, el profesor ha de reunir una buena cantidad de información: textos científicos, trabajos sobre las ideas de las y los estudiantes, materiales de aprendizaje, propuestas didácticas ya elaboradas e instrumentos de evaluación (Sánchez y Valcárcel, 1993). Esta forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualicen el proceso (nivel de desarrollo del alumno, medio sociocultural y familiar, proyecto curricular y recursos disponibles) para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que se pretenden conseguir, las pautas metodológicas con las que se trabajarán y las experiencias de E/A necesarios para perfeccionar dicho proceso (Escamilla, 1993).

Existen diversas vías para diseñar un currículo en sus diferentes niveles de concreción, al considerar que en todo proceso de E/A están presentes tres elementos básicos: el contenido, los resultados esperados y las actividades, pudiendo contemplarse cada uno de ellos desde el punto de vista de la enseñanza (profesor) o del aprendizaje (alumno) (Sánchez y Valcárcel, 1993).

La planificación de una lección está condicionada por una serie de factores (tipo de contenidos, número de alumnos por aula, experiencias previas del profesor y de las y los alumnos) sobre los que no es fácil ponerse de acuerdo si se intenta jerarquizarlos por lo decisivo de su incidencia. Sin embargo, es posible establecer una relación de ellos con tres referencias que, consciente o inconscientemente, tiene cualquier profesor de ciencias, su formación científica, su formación didáctica y su modelo educativo.

Waks (1990) considera que todo material didáctico debe:

- Potenciar la responsabilidad, desarrollando en las y los estudiantes la comprensión de su papel como miembros de la sociedad que, a su vez, debe integrarse en el conjunto más amplio que constituye la propia naturaleza.
- Entrenar a las y los estudiantes en la toma de decisiones y en la resolución de problemas.
- Promover el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, en el sentido que las y los estudiantes sean capaces de usarlas y entenderlas en el marco del enfoque ciencia-tecnología-sociedad (CTS).

I.3.1. Tareas para diseñar una unidad didáctica

Según el modelo de Sánchez y Valcárcel (1993) para diseñar una unidad didáctica (UD) las cinco tareas que se deben llevar a cabo son: análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación. A continuación se aborda sobre cada una de ellas.

A) Análisis científico

Sus objetivos son la estructuración de los contenidos de enseñanza y la actualización científica del profesor, derivada del proceso de consulta y reflexión sobre el propio conocimiento científico incluido en la UD.

Siendo uno de los objetivos del análisis científico la estructuración de los contenidos de la UD, debe referirse a un marco teórico o esquema conceptual concreto. La UD se define por los contenidos que el profesor considere necesarios para proporcionar al alumno un esquema conceptual científico sobre el objeto de estudio. A las y los profesores no les interesa que el alumno adquiera uno o muchos conceptos aislados, sino que los utilice en una red conceptual más compleja que le permita explicar hechos o fenómenos de una manera similar a como lo hace la ciencia. Puesto que el desarrollo de un esquema conceptual sólo es posible mediante el establecimiento de relaciones entre conceptos y la ampliación de sus significados, la delimitación del esquema es importante. La amplitud y duración de una UD dependerá de la amplitud y complejidad del esquema conceptual que se decida desarrollar.

Sánchez y Valcárcel (1993) proponen el siguiente procedimiento:

1. Seleccionar el contenido científico o conceptual en términos generales; construir un índice de los hechos de interés e incluir contenidos que consideren aspectos relativos a:
 - a. La identificación (¿qué es? o ¿qué ocurre?). Este contenido tiene un carácter descriptivo y permite conocer aquellas propiedades o funciones características.
 - b. La interpretación (¿por qué es así? o ¿por qué ocurre de ese modo?). Es un contenido que tiene un carácter explicativo y debe permitir ir más allá de los aspectos perceptivos.
 - c. La aplicación del objeto de estudio (¿para qué sirve ese conocimiento? o ¿qué puede explicar?). Es un conocimiento que tiene un carácter funcional y predictivo y debe permitir mostrar la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

2. Explicar el esquema conceptual, una vez seleccionados los contenidos de la UD, permite delimitar los conceptos y las relaciones más relevantes de dichos contenidos..
3. Delimitar los contenidos procedimentales que sean más relevantes para los aprendizajes de los contenidos conceptuales de la UD. Siendo tanto contenidos de enseñanza como mediadores del proceso de aprendizaje.
4. Delimitar los contenidos actitudinales, lo que se facilita una vez establecidos los conceptuales y los procedimentales, pues con éstos se van a generar unas actitudes determinadas hacia la ciencia y hacia el trabajo científico.

La diferenciación del conocimiento o del contenido de enseñanza en conceptual, actitudinal y procedimental es con carácter analítico y fundamentalmente por motivos pedagógicos. El hecho de diferenciar este triple aspecto del conocimiento científico permite tomar conciencia de las diferentes facetas de la enseñanza de la ciencia. No se debe de olvidar que el conocimiento científico es único y las estrategias de aprendizaje que se adopten deben integrar los tres contenidos.

B) Análisis didáctico

Su objetivo es el de delimitar los condicionantes del proceso de E/A. Cuando se diseña una UD es necesario centrarse en factores condicionantes del proceso de E/A, como la capacidad cognitiva del alumno, la competencia profesional del profesor, los hábitos de trabajo de las y los alumnos, sus actitudes e intereses, el ambiente del aula y los recursos del centro. Algunos de ellos se considerarán globalmente cuando se planteen las estrategias de enseñanza y se realice la selección de actividades.

Como indicador de la capacidad cognitiva del alumno se pueden considerar sus ideas previas y alternativas sobre el tema. La importancia de conocer las ideas de las y los alumnos no radica sólo en detectar errores, sino también sus aciertos, pues ambos tienen la misma relevancia en la estructura cognitiva del alumno y serán las herramientas conceptuales que utilice para hacer inteligible la nueva información.

Diversas son las técnicas y estrategias utilizadas para detectar las ideas de las y los alumnos como indagaciones, bibliográficas o en el aula, que deben estar dirigidas hacia aquellos contenidos seleccionados como relevantes.

C) Selección de objetivos

Es necesario que el profesor reflexione sobre los aprendizajes que desea favorecer en las y los alumnos, considerando simultáneamente los resultados de los análisis científico y didáctico, y que se concrete en un conjunto de objetivos a conseguir de acuerdo a sus intenciones educativas.

La selección de objetivos debe tener como referencia el nivel educativo en el que están las y los alumnos y más concretamente los objetivos generales del área; así mismo, debe estar dirigida por los contenidos relevantes implicados en el esquema conceptual que define a la UD, más que por el logro de múltiples conceptos.

El abordar la selección de objetivos tras los análisis científico y didáctico debe servir para que se contemplen no sólo los contenidos científicos que se quieren trabajar en el aula, sino también las experiencias previas y posibles dificultades de aprendizaje de las y los alumnos.

D) Selección de estrategias didácticas

Para desarrollar una lección, el profesor debe adoptar unas normas de actuación ante las que espera que las y los alumnos respondan de una determinada manera. La selección de estrategias didácticas tiene por objeto, que estas normas de actuación sean eficaces para el logro de los objetivos propuestos.

Es necesario diferenciar dentro de la estrategia didáctica de un profesor:

- Sus planteamientos metodológicos: Cada profesor tiene sus propias creencias sobre lo que es la ciencia y el papel que debe jugar en un sistema educativo, lo que se traduce en preferencias sobre el contenido a la hora de enseñar o la utilización de determinados recursos.
- La secuencia de enseñanza: Definirla es necesario para concretar cómo se van a llevar al aula los planteamientos metodológicos; para ello se deben señalar las fases o etapas incluidas en su desarrollo (fases de información, de aplicación y de conclusión), resaltando el objetivo u objetivos que persiguen. Dependiendo de la amplitud y complejidad de la UD, puede ser necesario que su desarrollo requiera una o más secuencias de enseñanza o bien que la secuencia incluya fases reiterativas.
- Las actividades de enseñanza: Se entiende por actividad cualquier tarea diferenciada que se realiza en clase por el profesor o las y los alumnos en relación con los objetivos didácticos. Cada actividad tiene un contenido y una intencionalidad que la hacen diferente, y son estos indicadores los que deben guiar la decisión.

- Los materiales de aprendizaje. Materiales escritos en los que se concreta la estrategia didáctica que se está planificando y que se llevará al aula.

❖ **Trabajos prácticos**

Los trabajos prácticos experimentales son considerados una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias por diferentes razones, por ejemplo:

- Motivan al alumnado.
- Permiten un conocimiento vivencial de muchos fenómenos,
- Pueden ayudar a la comprensión de conceptos.
- Proporcionan experiencia en el manejo de instrumentos de medida y en el uso de técnicas de laboratorio y de campo.
- Constituyen una oportunidad para el trabajo en equipo y el desarrollo de actitudes y la aplicación de normas propias del trabajo experimental: planificación, orden, limpieza, seguridad, entre otros.

No todos los trabajos prácticos cubren los mismos objetivos. Es posible identificar los trabajos como uno de los cuatro tipos siguientes:

1. Experiencias: destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos.
2. Experimentos ilustrativos: destinados a ilustrar un principio o una relación entre variables. Por ejemplo, demostraciones experimentales realizadas por el profesor.
3. Ejercicio prácticos: diseñados para aprender determinados procedimientos o destrezas (Prácticas, intelectuales y de comunicación), o para realizar experimentos que ilustren o corroboren la teoría.
4. Investigaciones: diseñadas para dar a las y los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos y aprender, en el curso de estas investigaciones, las destreza y procedimientos propios de la indagación.

Una investigación es una actividad encaminada a contestar una pregunta teórica o a resolver un problema práctico mediante el diseño y la realización de un experimento y la evaluación del resultado. Los distintos grados de apertura de una investigación (GAI) con relación al control ejercido por el profesor y el alumno en cada una de las etapas de la investigación se resumen en la Tabla 1 (Caamaño, 2007).

Tabla 1. Grado de apertura de una investigación en función del control ejercido por el profesor (P) o el alumno (A) sobre cada una de las etapas de la investigación.

ETAPAS	GRADO DE APERTURA DE UNA INVESTIGACIÓN					
	1	2	3	4	5	6
Área de interés	P	P	P	P	P	A
Establecimiento del problema	P	P	P	P	A	A
Planificación	P	A	A	A	A	A
Determinación de la estrategia	P	P	A	A	A	A
Realización	A	A	A	A	A	A
Interpretación de los resultados	P/A	P/A	P/A	A	A	A

La apertura de la investigación es importante porque afecta a los conceptos, a las variables y a las habilidades y proceso involucrados en la investigación. Además, el grado de apertura de una investigación incide en la facilidad o dificultad para llevarla a cabo.

E) Selección de estrategias de evaluación

Toda actividad de evaluación se puede reconocer como un proceso en tres etapas (Jorba y Sanmartí citado en Sanmartí y Alimenti, 2004):

1. Recogida de información, que puede ser por medio de instrumentos o no;
2. análisis de esta información y juicio sobre el resultado de este análisis, y
3. toma de decisiones de acuerdo con el juicio emitido.

Es necesario definir, en el procedimiento que se propone, cómo y cuándo evaluar, seguido por el diseño de instrumentos para la recogida de información.

La evaluación está incorporada al proceso educativo y controla el desarrollo del aprendizaje a lo largo de todo este proceso; por lo tanto, cumple con las siguientes características:

- Forma parte del proceso didáctico y contribuye a mejorarlo
- Es continua
- Es global
- Es individual

Dado que la evaluación es continua, se puede distinguir, según el momento del proceso de

aprendizaje en el que se evalúa, entre la evaluación inicial, la que tiene lugar a lo largo de dichos procesos, y la que se realiza al final (Sanmartí y Alimenti, 2004).

- La **evaluación inicial** tiene por objetivo obtener información sobre las concepciones previas, los procedimientos intuitivos que el estudiante tenderá a utilizar para aprender y comunicarse, los hábitos de trabajo y las actitudes del estudiante al inicio de un proceso E/A; todo ello con la finalidad de adecuar dicho proceso a las necesidades de las y los estudiantes. Su función es fundamentalmente de diagnóstico.
- La **evaluación a lo largo del proceso de enseñanza** permite detectar los obstáculos que va encontrando el alumnado durante el proceso de construcción del conocimiento. La información que se busca se refiere a las representaciones mentales de las y los alumnos y a las estrategias que utilizan para llegar a un determinado resultado (Allal citado en Sanmartí y Alimenti, 2004). La finalidad es entender las causas de las dificultades que se presentan en el proceso de aprender para poder ayudar mejor a superarlas.
 - **Evaluación formativa.** Esta evaluación tiene la finalidad de regular tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje (Black y Wiliam citado en Sanmartí y Alimenti, 2004).
- La **evaluación al final del proceso de enseñanza** sirve para identificar los conocimientos aprendidos, así como la calidad del proceso de enseñanza aplicado, todo ello con la finalidad de plantear propuestas de mejora y tenerlos en cuenta en el estudio de otros temas o al repetir dicho proceso de enseñanza.

La evaluación debe considerarse no con un carácter restrictivo de valoración al final del proceso, sino con carácter formativo, siendo por tanto su función la de favorecer dichos aprendizajes, ayudar para seguir avanzando y rectificar si es necesario. Se convierte en un instrumento para el seguimiento y el aprendizaje de las y los alumnos y para el seguimiento y mejora del desarrollo de la UD en el aula (Sánchez y Valcárcel, 1993).

En relación con el desarrollo de la UD en el aula son muchos los aspectos que se pueden valorar, ya que es un proceso en el que interactúan múltiples factores. La valoración requiere adoptar criterios que permitan obtener información sobre adecuación de actividades y materiales a los objetivos que se pretenden alcanzar con las y los alumnos (Sánchez y Valcárcel, 1993).

CAPÍTULO II. INSTRUMENTOS

Evaluar es atribuir valor a las cosas, es afirmar algo sobre su mérito. Se evalúa para comprender y, en definitiva, para cambiar y mejorar.

(Santos, 1996)

Para cumplir con los objetivos planteados en este trabajo se desarrollaron y adaptaron diversos instrumentos, los cuales se dividen en:

1. Instrumentos para determinar qué motiva a las y los estudiantes
2. Instrumento para evaluar contenidos científicos
3. Instrumento para medir la motivación
4. Instrumentos para valorar las actividades

II.1. Instrumentos para determinar qué motiva a las y los estudiantes

Con estos instrumentos se pretendió determinar los contenidos y actividades que tienen mayor posibilidad de motivar a las y los estudiantes y de esta forma hacer significativo el aprendizaje.

II.1.1. ¿Cómo se construyó el cuestionario de opción múltiple con relación a qué motiva a las y los estudiantes para aprender química?

Considerando que además de los objetivos curriculares se pretende motivar a las y los estudiantes, se diseñó un cuestionario de opción múltiple con la finalidad de determinar qué motiva a las y los estudiantes del CCH.

En una primera aplicación se consideraron algunas de las siete preguntas planteadas por Pintrich (2003) para continuar con los esfuerzos de la investigación sobre la motivación, por lo que el cuestionario contenía las siguientes preguntas:

1. **¿Qué esperas de la clase de química?**
2. **¿Qué deseas que el profesor haga para que tú obtengas lo que esperas?**
3. **¿Qué es lo que te motiva o te motivaría a aprender química?**

Al analizar las respuestas de 2 grupos de Química I, se observó que para las tres preguntas las respuestas eran similares, por lo que no se hizo necesario diferenciar entre las preguntas. Todas las respuestas, englobando las tres preguntas, se enlistaron y al ser tantas diferentes se consideró que el cuestionario era más fácil de analizar si éstas eran de opciones. Para determinar las opciones se consideraron las respuestas repetidas, mencionadas más de una

vez, para formar una lista de 20 opciones, las cuales fueron agrupadas en 3 rubros: contenidos, metodologías y profesor, cada aspecto con opciones o elementos relacionados. Para el caso de los contenidos, éstos se refieren a temas y contienen 7 elementos; las metodologías se refieren a actividades y contienen 8 elementos; y los aspectos relacionados con el profesor son aquellas actitudes o valores de éste, con 5 elementos. Cabe destacar que cada aspecto contiene diferente número de elementos, debido a que del primer análisis, 3 preguntas abiertas, se tomaron las opciones sin importar a qué aspecto se referían.

Con lo anterior se diseñó el instrumento para determinar qué motiva a las y los estudiantes de química (Anexo I), con la pregunta:

¿Qué te motiva o motivaría a aprender en tu clase de química?

Y con 20 opciones de respuestas, tales como las siguientes (el resto puede verse en el Anexo I)

- _ Saber cómo se hacen las cosas cotidianas, como alimentos, medicamentos, ropa
- _ Conocer algo más sobre mi cuerpo
- _ Conocer los peligros de las sustancias químicas
- _ Conocer más modelos para explicar las cosas
- _ Que el profesor tenga interés por enseñar

Al ser tantas las opciones y observar con el primer cuestionario que eran varias las respuestas dadas por cada alumno, es decir, no sólo mencionaban una cosa, se optó porque fueran seleccionadas 5 opciones por cada alumno, sin embargo, considerando que no todas tenían la misma importancia, debían ser ordenadas jerárquicamente, siendo el número 1 la más importante. Para poder realizar el conteo y el análisis, al número 1 se le asignó un valor de 5 puntos, y al número 5 un valor de 1 punto, de esta forma la opción con más puntos fue posiblemente la más importante.

II.1.2. Medicamentos ¿Por qué y cómo se seleccionaron los contenidos de medicamentos?

La unidad que se eligió del programa del CCH para la materia de Química II, de acuerdo con lo mencionado en la Introducción, fue “Medicamentos, productos químicos para la salud”, por lo tanto el contexto donde se propusieron experiencias de aprendizaje fue el de medicamentos. Considerando lo dicho por Brophy (1988) acerca de la motivación por aprender, se pretende

definir qué es lo que desean aprender las y los alumnos acerca de los medicamentos, con la finalidad de diseñar actividades académicas significativas y valiosas para ellos.

Se diseñó una pregunta con la que se pretendió indagar acerca de lo anterior, que debía ser respondida por cada alumno.

“Considerando que durante este semestre una de las unidades del programa es ‘Medicamentos, productos químicos para la salud’, ¿qué te gustaría aprender acerca de los medicamentos?”

Dicha pregunta forma parte del cuestionario “¿Qué te motiva?” (Anexo I). Se optó por una pregunta abierta debido a que las y los alumnos conocen de medicamentos sólo lo aprendido fuera del aula y tienen inquietudes o dudas particulares y, tal vez, elegir entre opciones podría generarles curiosidad por ser un tema nuevo y no porque las situaciones cotidianas los inquietaran. Sin embargo, al aplicarse por primera vez el cuestionario, las respuestas fueron de fácil interpretación y muy comunes entre las y los estudiantes, por lo que manejar opciones múltiples para facilitar la interpretación no fue necesario (Las respuestas se muestran en el Capítulo III, pag. 52).

II.1.3. Mezclas, estructura de la materia y reacción química ¿Por qué y cómo se seleccionaron estos temas?

Con relación a los contenidos conceptuales que exige el plan de estudios del CCH para la unidad “Medicamentos, productos químicos para la salud”, los temas centrales son Mezclas, Estructura de la materia y Reacción química; retomando lo mencionado por autores como Zusho *et al.* (2003) sobre que las creencias de las y los estudiantes acerca de la utilidad y la importancia del curso es favorable; se consideró necesario conocer qué opinan las y los alumnos acerca de esos temas, para determinar la importancia de cada uno para ellos y poder diseñar actividades que permitieran alcanzar niveles más profundos de desempeño.

Como en este caso todos los temas deben ser vistos durante la unidad, se optó por manejar las tres opciones

“Con lo que sabes hoy, ordena de mayor importancia, número 1, a menor importancia, número 3, los siguientes temas:

- _ Mezclas**
- _ Estructura de la materia**

– **Reacción química”**

Cada alumno debía jerarquizar las opciones con la finalidad de determinar la relevancia de cada uno de los temas para ellos. Con el propósito de evitar confusiones por la numeración, el número 1, como comúnmente se maneja, es la opción o tema más importante, pero para realizar el análisis al número 1 se le otorgó el valor de 3 puntos, para que al final aquella opción con más puntos fuera, para las y los alumnos, la más importante o relevante de aprender en el curso de química.

Adicionalmente debieron responder individualmente a la pregunta

“¿Por qué en ese orden?”

Esto se hizo para conocer la justificación de las y los alumnos a su elección. Dichas preguntas formaron parte del cuestionario “¿Qué te motiva?” (Anexo I).

Estas preguntas debían ser contestadas al finalizar el curso de Química I o al comenzar el curso de Química II, cuando las y los alumnos tienen más conocimientos químicos, además de que los temas mencionados ya habían sido tratados.

II.2. Instrumento para evaluar contenidos científicos

Con este instrumento se pretendió evaluar el aprendizaje de los contenidos conceptuales o científicos adquiridos antes y después de la intervención con la UD.

II.2.1. Ideas alternativas. Construcción del cuestionario de “Evaluación conceptual”

Uno de los objetivos de la unidad didáctica, en cuanto a la cuestión conceptual, fue lograr que las y los estudiantes utilizaran el modelo corpuscular de la materia para explicar los temas abordados durante la Unidad 3 “Medicamentos, productos químicos para la salud” de Química II, que son “mezclas”, “estructura de la materia” y “reacción química”. Con este cuestionario se pretendía averiguar qué tipo de explicaciones dan las y los alumnos antes y después de la aplicación de la unidad didáctica, las respuestas eran abiertas agrupándolas en: explicaciones correctas a nivel macroscópico, explicaciones correctas que utilizan el modelo corpuscular, explicaciones incorrectas usando términos macroscópicos, y explicaciones incorrectas usando

términos submicroscópicos. Para facilitar el análisis de los resultados se clasificaron en niveles, de acuerdo a lo siguiente:

Nivel	Respuestas	Criterios
Nivel 0 (N0)	Incorrecta usando términos macroscópicos	Respuestas con sólo términos macroscópicos, y que no concuerden, de forma general, con lo especificado en los apartados III.1.1.B; III.1.1.C y III.1.1.D. ¹
Nivel 1 (N1)	Incorrecta usando términos submicroscópicos	Respuestas con términos submicroscópicos, y que no concuerden, de forma general, con lo especificado en los apartados III.1.1.A; III.1.1.B; III.1.1.C y III.1.1.D. ¹
Nivel 2 (N2)	Correcta a nivel macroscópico	Aquellas respuestas que concuerden, de forma general, con lo especificado en los apartados III.1.1.B; III.1.1.C y III.1.1.D ¹ , de acuerdo con el tema de la pregunta.
Nivel 3 (N3)	Correcta a nivel submicroscópico	Aquellas respuestas que integren al N2 lo especificado en el apartado III.1.1.A ¹ .

Nota: Ejemplos de respuestas de cada nivel se encuentran en el Capítulo IV (a partir de la pag. 76).

Considerando que los temas de la Unidad 3 ya habían sido abordados en unidades anteriores y durante la materia de Química II, fue necesario detectar si habían sido aprendidos por las y los alumnos y a qué nivel.

Por lo tanto, el cuestionario fue desarrollado con base en algunas de las ideas alternativas informadas en la bibliografía, mencionadas a continuación, con relación a los temas abordados por la Unidad 3 y el modelo corpuscular.

El texto (Anexo II) fue seleccionado por ser un ejemplo detallado y breve de una reacción química, en este caso una síntesis, cuyos elementos permiten identificar las ideas y conocimientos de las y los alumnos con relación a los temas abordados en la unidad 3 (mezcla, estructura de la materia y reacción química).

¹ Los apartados III.1.1.A; III.1.1.B; III.1.1.C y III.1.1.D. se encuentra en el Capítulo III (pag. 42-46).

El cuestionario constó de 9 preguntas (Anexo III) y su diseño se basó en lo siguiente:

Para determinar el conocimiento obtenido por las y los estudiantes en unidades anteriores se diseñó la **pregunta 3**, “Durante el texto, ¿se mencionaron elementos? ¿Cuáles?, ¿se mencionaron compuestos? ¿Cuáles?”, la cual es planteada, pues a pesar de que elementos y compuestos no son temas para abordar durante la Unidad 3, Kind (2004) indica que:

Las diferencias entre elementos, compuestos y mezclas constituyen la base para la comprensión de las reacciones químicas.

Por ello, aunque se espera que los temas elemento y compuesto hayan sido aprendidos, de no ser así deben ser retomados para lograr el aprendizaje esperado sobre reacciones químicas.

Se planteó la **pregunta 1**, “¿Existe diferencia entre una sustancia y una mezcla? ¿Cuál?”, pues, además de que el tema de mezclas debe ser abordado en la Unidad 3, es fundamental que las y los alumnos diferencien lo que sucede en una reacción química y en una mezcla en relación con las sustancias. Acerca de mezclas, reacciones químicas y sustancias Kind (2004) también menciona lo siguiente:

El punto clave es que una reacción química involucra la formación de una nueva sustancia.

La palabra “sustancia”, por ejemplo, puede intercambiarse con “elemento” y “átomo”.

Para asegurar que las y los alumnos no sólo repiten los conceptos anteriores y que han quedado claros se diseñó la **pregunta 2**, ¿Qué de todo lo mencionado durante el texto se refiere a sustancias y qué a mezclas?”.

La **pregunta 4**, “Haz un dibujo acerca de cómo se verían a nivel molecular una sustancia y una mezcla de las mencionadas en el texto”, tiene la finalidad de conocer las ideas de las y los estudiantes sobre dichos conceptos a nivel molecular; considerando la dificultad de expresar dichas ideas se pide a las y los alumnos que dibujen, pues es más fácil que plasmen en un dibujo lo que se imaginan, a que lo redacten.

Con la **pregunta 5**, “Suponiendo que el agua que se utilizó está contaminada con bacterias, dibuja cómo se verían (el agua y las bacterias juntas) a nivel submicroscópico”, pretendemos conocer si está claro para las y los estudiantes que toda la materia está formada de átomos, ya que se desea que aprendan acerca de la estructura de la materia considerando las moléculas y los átomos. Según Griffiths y Preston (1992), las y los estudiantes tienen las siguientes ideas alternativas con relación al tamaño de los átomos y moléculas:

Los átomos son lo bastante grandes para verse con un microscopio.

Una molécula de agua es "macro" en tamaño.

La **pregunta 6**, “En el experimento mencionado en el texto, ¿sucedió alguna reacción química? ¿Por qué? ¿Cuál es el producto de esa reacción química? Utilizando figuras geométricas para simbolizar reactivos y productos ¿cómo representarías la reacción?”, ha sido planteada de esa manera pues al llegar a la unidad 3 las y los alumnos deben tener claro qué es una reacción química y considerar la siguiente idea alternativa informada por Moje (1997):

Una mezcla son dos o más elementos mezclados juntos para formar una nueva sustancia, pero los elementos conservan sus propias propiedades.

Y por Griffiths (1994):

Las moléculas se conservan en una reacción química.

Es necesario conocer cómo las y los alumnos creen que se lleva a cabo la formación de la nueva sustancia y, como se mencionó anteriormente, los dibujos son una herramienta útil para que las y los alumnos lo expresen; sin embargo, el mencionarse fórmulas puede predisponer las respuestas, por lo que se sugiere el uso de figuras geométricas, por ejemplo, triángulos para representar el ácido salicílico, círculo para el anhídrido acético y cuadro para el ácido acetilsalicílico.

Complementando la pregunta anterior, y con la finalidad de conocer si las y los alumnos están comprendiendo la importancia de los reactivos, sus propiedades y su estructura en la formación de la(s) nueva(s) sustancia(s) (producto o productos) se plantea la **pregunta 9**, “¿Qué pasaría si no se agrega el anhídrido acético? ¿por qué?”.

Con relación al tema reacción química es necesario que las y los alumnos aprendan sobre condiciones de reacción; es por esto que se plantean las **preguntas 7 y 8**, “¿Qué pasaría si no se agrega el ácido sulfúrico? ¿Por qué?” y “¿Qué es lo que sucede con las sustancias cuando sumergimos el tubo de ensayo en el vaso de precipitados con agua caliente?” La primera, permitió conocer las ideas de las y los estudiantes acerca de los catalizadores, pues en el texto ya se aclaró que el ácido sulfúrico actúa como catalizador; la segunda, para conocer sus ideas acerca la temperatura de reacción, específicamente lo que sucede con las partículas dependiendo de la temperatura, ya que según Boo (1998) una idea alternativa de las y los estudiantes es que:

Las reacciones químicas requieren un agente causal, activo y externo.

El cuestionario fue corregido de acuerdo con lo resultados de una primera aplicación y de la revisión de 2 profesoras de química del CCH. El tiempo requerido para su resolución fue de 80 min.

II.3. Instrumento para medir la motivación de las y los estudiantes

Considerando que uno de los objetivos de este trabajo fue el de motivar a las y los estudiantes a aprender química se hizo necesario contar con un instrumento que permitiera determinar este aspecto.

II.3.1. Motivación de las y los estudiantes

Para determinar la motivación de las y los estudiantes, específicamente de cada uno de los componentes motivacionales, se adaptó el *Science Motivation Questionnaire (SMQ)* (Glynn y Koballa, 2006). Las preguntas se adaptaron para referirse específicamente a Química (Anexo IV).

El cuestionario evalúa los 6 componentes motivacionales descritos en el Capítulo I (pag. 14), los cuales son: motivación intrínseca (MI), motivación extrínseca (ME), relevancia de aprender química (RAQ), auto-determinación (AD), auto-eficacia (AE) y ansiedad (ANS) y cada uno es medido por las siguientes preguntas:

- a) MI. Preguntas 1, 16, 22, 27, 30
- b) ME. Preguntas 3, 7, 10, 15, 17
- c) RAQ. Preguntas 2, 11, 19, 23, 25
- d) AD. Preguntas 5, 8, 9, 20, 26
- e) AE. Preguntas 12, 21, 24, 28, 29
- f) ANS. Preguntas 4, 6, 13, 14, 18

En total son 30 preguntas, 6 para cada componente; que debían ser respondidas en una escala tipo Likert de 5 puntos, desde siempre (5 puntos) hasta nunca (1 punto); la ansiedad como parte de la evaluación de la motivación total es calificada a la inversa; siendo la calificación máxima, mayor motivación, 150 y la mínima, menor motivación, 30.

Este cuestionario se aplicó al inicio y al final de la unidad seleccionada para analizar la motivación de las y los estudiantes en términos de cada uno de los seis componentes, y sus cambios con respecto a la aplicación de la unidad.

El tiempo requerido para su resolución, después de una primera aplicación, fue de 15 min.

II.4. Instrumentos para valorar, por parte de las y los estudiantes, las actividades

II.4.1. Bitácora COL “Comprensión Ordenada del Lenguaje”

La bitácora COL o diario de aprendizaje, es una estrategia didáctica que consiste en el registro de información observable que se deriva de la participación en un grupo de aprendizaje. Como se realiza de manera individual, es el resultado de la observación directa y fina de cada integrante. Los propósitos del escritor son muy importantes porque de ellos dependen los aspectos a los que se prestará mayor atención al observar y registrar la información.

Consiste en la elaboración de un escrito organizado en tres niveles: básico, analítico y crítico. El orden en la información se propicia mediante preguntas.

- En el primer nivel, se plantean tres interrogantes ¿qué pasó? ¿qué sentí? y ¿qué aprendí? Al dar respuesta a la primera se hace referencia a hechos concretos ocurridos durante una sesión o clase; la segunda cuestión remite a la exploración y descripción de emociones de tipo personal; y por último, la tercera pregunta tiene que ver con los aprendizajes adquiridos.
- La bitácora de segundo nivel se centra en cuestiones de tipo analítico. Consta también de tres preguntas: ¿qué puedo proponer?, la cual da la oportunidad de hacer transferencias a la práctica de la vida cotidiana y como aprendices; ¿qué puedo integrar?, permite establecer relaciones entre las nociones construidas, y ¿qué puedo inventar?, tiene como propósito abrir las fronteras del pensamiento y despertar la creatividad para innovar.
- En el tercer nivel se trata de dar respuesta a las tres siguientes preguntas: ¿qué quiero lograr? ¿qué estoy presuponiendo? ¿qué utilidad tiene? En ellas se ponen en juego habilidades para la autocrítica y se da apertura al pensamiento divergente (Guerrero, 2007).

Con la finalidad de determinar qué acciones y actividades realiza el profesor para motivar a las y los estudiantes según ellos mismos, cada estudiante deberá llenar su propia bitácora COL al terminar cada clase, y así saber exactamente qué de lo que hizo el profesor lo motivó o no. Por lo tanto, para nuestros fines se utilizó la Bitácora COL de primer nivel (Anexo V).

II.4.2. Cuestionario post-actividad

Con la finalidad de determinar la percepción de las y los estudiantes acerca de las actividades planteadas en la UD se diseñó un cuestionario tipo Likert adaptado del cuestionario Post-Laboratorio del Dr. David Pushkin (Pushkin, 1995 y Pushkin y Colón-González, 1998). La adaptación se hizo para orientar las preguntas del cuestionario hacia la química. Éste consistió de 28 enunciados acerca de la actividad realizada en términos de la relevancia del contenido (RC), la atención del estudiante (AEst), la auto-eficacia (AE) y la satisfacción del estudiante (SE). Las y los estudiantes podían responder a cada enunciado con una de las siguientes opciones: *falso, poco verdadero, moderadamente verdadero, mayormente verdadero o totalmente verdadero*. El propósito del cuestionario fue el de determinar qué características de cada actividad sirven más a las y los estudiantes en su aprendizaje (Anexo VI).

Cada pregunta se dirigió a un aspecto afectivo específico. La siguiente tabla provee la distribución de cada aspecto afectivo y sus preguntas representativas:

- Atención del estudiante: 2, 8, 9, 12, 14, 17, 18, 20
- Autoeficacia: 1, 3, 4, 6, 16, 21
- Satisfacción del estudiante: 10, 11, 24, 26, 27, 28
- Relevancia del contenido: 5, 7, 13, 15, 19, 22, 23, 25

Para la evaluación del cuestionario se asignaron números a las respuestas, desde 1 para falsa, hasta 5 para totalmente verdadero; donde el valor mayor posible fue de 140 y el menor de 28.

Este cuestionario fue respondido de forma individual por las y los estudiantes al término de cada actividad. La duración para su resolución fue de 10 min.

II.5. Pruebas estadísticas

Para evaluar la UD y determinar estadísticamente si la aplicación de las estrategias didácticas provocaron un cambio en las y los estudiantes, tanto en la motivación como en lo conceptual, se realizaron las siguientes pruebas estadísticas con el software:

SPSS Statistics 17.0 for Windows

Siempre que sea factible, el método de usar a cada sujeto como su propio control es preferible al método de pares, debido a que nuestra capacidad para formar parejas se ve limitada por la ignorancia de las variables pertinentes que determinan su conducta.

❖ **Prueba de t para datos apareados**

La técnica paramétrica usual para analizar datos provenientes de dos muestras relacionadas es aplicar una prueba de t a los puntajes de diferencia. Un puntaje de diferencia puede obtenerse de los dos puntajes de los miembros de cada pareja igualada o de los dos puntajes de cada sujeto bajo las dos condiciones. La prueba de t supone que estos puntajes de diferencia están distribuidos normal e independientemente en la población de la cual se tomó la muestra, y requiere que sean medidos, por lo menos, en una escala de intervalo.

- Muestra $N < 30$

En numerosos casos, la prueba de t es inaplicable. El investigador puede encontrar que; a) los supuestos y requerimientos de la prueba de t son poco realistas para sus datos; b) prefiere evitar hacer los supuestos o probar los requerimientos para dar mayor generalidad a sus conclusiones; c) las diferencias entre parejas no están representadas con puntajes, sino con signos; o d) sus puntajes son simplemente clasificatorio (Siegel, 1978).

❖ **Prueba de Rangos Señalados de Wilcoxon**

La prueba de Wilcoxon es la de mayor utilidad para el científico conductual. Con datos conductuales de esta disciplina, no es raro que el investigador pueda a) saber cuál de los dos miembros de un par es “mayor”, es decir, indicar el signo de la diferencia en cualquier par, y b) clasificar las diferencias por orden de tamaño absoluto. Es decir, puede hacer el juicio de “mayor que” entre las ejecuciones de cualquier par, y también entre los puntajes de dos diferencias cualesquiera procedentes de dos pares (Siegel, 1978).

- Muestras pequeñas. Para $N < 25$
- Muestras grandes. Para $N > 25$

❖ **Las medidas de correlación y sus pruebas de significación**

En la investigación de las ciencias de la conducta, frecuentemente deseamos saber si dos conjuntos de puntajes están relacionados o conocer el grado de su relación.

El coeficiente de correlación, por sí mismo, representa el grado de asociación. Las pruebas de significación del coeficiente determinan, en un nivel de probabilidad declarado, si la asociación verdaderamente existe en la población de la que se tomó la muestra (Siegel, 1978a).

- ***Coeficiente de correlación de Spearman***

es una medida de asociación que requiere que ambas variables sean medidas por lo menos en una escala ordinal, de manera que los objetos o individuos de estudio puedan colocarse en dos series ordenadas.

La eficiencia de correlación de Spearman, cuando se compara con la correlación paramétrica más poderosa, la r de Pearson, es de cerca de 91 por ciento.

- ***Coeficiente de correlación de Kendall***

Es una medida de correlación conveniente para la misma clase de datos que la de Spearman. Una ventaja es que la tau de Kendall puede generalizarse a un coeficiente de correlación parcial. Tiene la misma eficiencia que Spearman.

Error Tipo I . la probabilidad (nivel de significancia, p) de rechazar falsamente una hipótesis nula verdadera. Si $p=0.05$ entonces, 5 de 100 muestras de tamaño similar y aleatorias de una población donde la hipótesis nula es cierta, generarían hipótesis nulas falsas.

El nivel de 0.05 usualmente determina la decisión significativa. Representa un balance entre el riesgo de rechazar falsamente un hipótesis nula cierta y el riesgo de retener falsamente una hipótesis nula falsa.

CAPÍTULO III. GENERALIDADES SOBRE LA UNIDAD DIDÁCTICA

“La educación... ni empieza ni termina en los territorios de la razón. Abraza otras formas de desarrollo de nuestro espíritu.”

Latapí, Pablo. Texto al recibir el doctorado Honoris Causa en la UAM en 2007.

III.1. Diseño de la unidad didáctica

Para diseñar una UD que cumpla con los objetivos planteados por este trabajo se llevaron a cabo las cinco actividades descritas por Sánchez y Valcárcel (1993), que consisten de: análisis científico, análisis didáctico, selección de objetivos, selección de estrategias didácticas, selección de estrategias de evaluación. Se consideraron específicamente las necesidades y características del grupo al que se aplicó la unidad.

III.1.1. Análisis científico

La UD se define por los contenidos que el profesor considere necesarios para proporcionar al alumno un esquema conceptual científico sobre el objeto de estudio. En este caso particular los contenidos se adecuaron al Programa de estudios del CCH (CCH, 2009). De acuerdo con éste, los temas principales de la unidad “Medicamentos, productos químicos para la salud” son:

- Mezclas
- Estructura de la materia
- Reacción química

El aprendizaje deseado, según el programa de estudios, de cada tema está relacionado con los siguientes niveles:

Nivel 1 (N1). Habilidades memorísticas.

Nivel 2 (N2). Habilidades de comprensión.

Nivel 3 (N3). Habilidades de indagación y resolución de problemas, pensamiento crítico y creativo.

El esquema conceptual que se abarcó durante la UD fue el siguiente (Fig. 1):

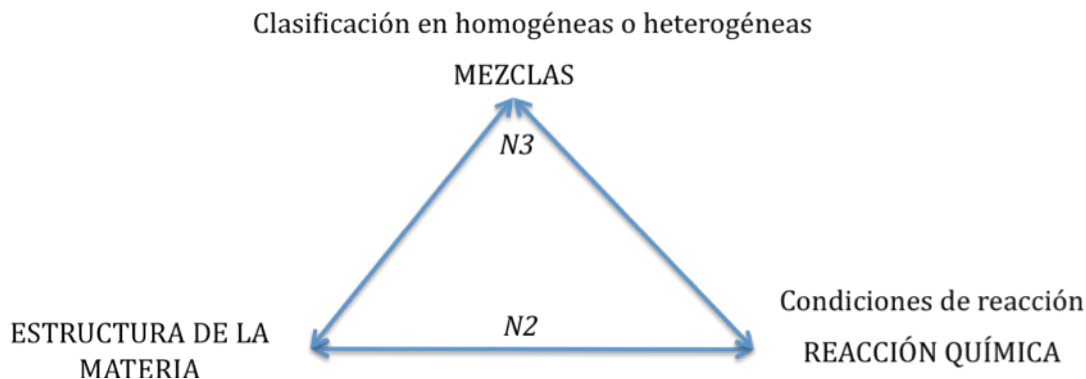


Figura 1. Esquema conceptual ha abarcar por la UD.

Como se observa en el esquema anterior y de acuerdo a lo establecido en el programa de estudios, los temas “estructura de la materia” y “reacción química” (incluyendo las condiciones de reacción) se abordaron en el N2, es decir, se plantearon actividades con el objetivo de lograr una comprensión de ambos temas por parte de las y los estudiantes. En el caso del tema “mezclas”, se pretendió desarrollar habilidades de indagación y resolución de problemas como lo indica el N3.

Se consideró que los niveles anteriores a los especificados en el esquema ya han sido desarrollados y enseñados en unidades anteriores, aunque de acuerdo con Sánchez y Valcárcel (2003) se deben tomar en cuenta las ideas alternativas de las y los estudiantes; por lo que se analizará en el siguiente apartado, el del Análisis Didáctico.

Uno de los objetivos es que las y los alumnos utilicen, en lo básico, la teoría corpuscular de la materia, por lo que es necesario abordar algunos aspectos sobre éste en los temas que abarcará la UD; además del tema de medicamentos.

A) Teoría cinético corpuscular de la materia

La estructura de la materia es un núcleo importante de contenidos dentro de la química en la educación media superior, que hace referencia a la interpretación de las propiedades y los cambios de la materia que pertenecen al mundo de lo que es posible observar con los sentidos, el mundo macroscópico. Se trata de que las y los alumnos aprendan a interpretar esos fenómenos macroscópicos en términos microscópicos (submicroscópicos, en sentido estricto); es decir, que aprendan a utilizar el modelo corpuscular de la materia como instrumento interpretativo de los distintos fenómenos que tienen lugar en la naturaleza.

Este modelo resulta fundamental para poder explicar el comportamiento de la materia. Sin embargo, descender al terreno submicroscópico implica asumir que, para explicar la realidad macroscópica de la materia —que en muchos casos se presenta como continua y estática— la ciencia propone un modelo interpretativo (la teoría cinético-molecular o corpuscular) basada en tres ideas: 1) una naturaleza discontinua, frente a la apariencia continua con que se percibe; 2) la materia está formada por pequeñas partículas en continuo movimiento que no se pueden ver frente a la apariencia estática con la que se presenta; 3) entre esas partículas no hay absolutamente nada, lo que conlleva algo tan contraintuitivo como la idea de vacío (Gómez *et al.*, 2004). Estas tres ideas resultan fundamentales para explicar las diferencias entre los diferentes estados de la materia (sólido, líquido y gas) y todos los cambios que experimenta.

La **teoría cinético-molecular de los gases** se centra en las siguientes suposiciones:

1. Un gas está formado por un número muy grande de partículas muy pequeñas (moléculas o, en algunos casos, átomos) en movimiento constante, lineal entre colisiones y al azar.
2. Las moléculas de los gases distan mucho unas de otras, están separadas por distancias mucho mayores que sus propias dimensiones. La mayor parte del espacio ocupado por el gas está vacío. Las moléculas se consideran como masas denominadas ‘puntuales’, es decir, poseen masa pero tienen un volumen despreciable.
3. Las moléculas chocan unas contra las otras y con las paredes del recipiente en que se aloja el gas. Estas colisiones tienen lugar rápidamente, de modo que la mayor parte del tiempo las moléculas no están chocando. Las colisiones entre las moléculas son perfectamente elásticas, o sea, en una colisión la energía se transfiere parcialmente de una molécula a la otra; sin embargo, la energía total de todas las moléculas permanece inalterada.
4. Las moléculas de los gases no ejercen entre sí fuerzas de atracción o de repulsión, excepto durante el corto tiempo en que tiene lugar la colisión. Es decir, una molécula dada actúa independientemente de las otras, sin que su presencia le afecte.
5. La energía cinética de las moléculas es proporcional a la temperatura del gas. Dos gases a la misma temperatura tendrán moléculas con la misma energía cinética promedio (Petrucci *et al.*, 2003; Chang, 2007).

Así, por ejemplo, si se pone un globo al Sol, al cabo de un rato vemos que se ha hinchado un poco. Desde un punto de vista macroscópico la explicación sería que, con el calor, el aire que hay en su interior se ha dilatado o bien que el aumento de temperatura hace aumentar la presión del aire en el interior y por ello aumenta su volumen. Sin embargo, el modelo

submicroscópico permite ir más allá y explicar por qué se ha producido ese cambio. El calor provoca un aumento de la energía cinética media de las partículas o, lo que es lo mismo, un aumento en la agitación de las partículas que componen el aire del interior. El aumento de agitación de las partículas se traduce en una mayor violencia en las colisiones contra las paredes del globo, lo que provoca, al ser elásticas, un incremento del volumen del gas y con ello que aumente la distancia entre las partículas que componen el aire.

La **teoría cinético-molecular de líquidos y sólidos** menciona que la diferencia principal entre los estados condensados (líquidos y sólidos) y el estado gaseoso estriba en la distancia entre las moléculas. En los líquidos, las moléculas están tan juntas que hay muy poco espacio vacío; por ello son más difíciles de comprimir y, en condiciones normales, son mucho más densos que los gases. Las moléculas de los líquidos se mantienen juntas por las fuerzas de atracción. En este caso las moléculas no escapan de las fuerzas de atracción y por ello los líquidos también tienen un volumen bien definido. Sin embargo, como las moléculas se mueven con libertad, un líquido puede fluir, derramarse y adoptar la forma del recipiente que lo contiene.

En un sólido, las moléculas ocupan una posición rígida y prácticamente no tienen libertad para moverse, no pueden fluir unas sobre otras y solamente pueden vibrar alrededor de posiciones fijas. Muchos sólidos tienen como característica un ordenamiento de largo alcance, es decir, sus moléculas están distribuidas en una configuración regular tridimensional. En un sólido hay aún menos espacio vacío que en un líquido, por ello los sólidos son casi incompresibles, y su forma y volumen están bien definidos (Chang, 2007).

En definitiva, la teoría cinético-molecular permite establecer mecanismos causales para explicar los cambios entre los estados de la materia.

B)Reacción química

Una reacción química siempre supone la transformación de una o más sustancias en otra u otras; lo anterior ocurre porque hay un reagrupamiento de átomos y se forman otras sustancias (Chang, 2007). Es un fenómeno por el cual sustancias llamadas reactivos se convierten en otras totalmente diferentes llamadas productos (Martínez y Castro, 2007).

La definición de la Unión internacional de química pura y aplicada, por sus siglas en inglés IUPAC (McNaught y Wilkinson, 1997) es la siguiente:

Un proceso que resulta en la interconversión de especies químicas. Las reacciones químicas pueden ser reacciones elementales o reacciones por pasos (debe notarse que esta definición incluye las interconversiones de conformeros observables experimentalmente).

Las reacciones químicas detectables normalmente involucran un conjunto de entidades moleculares, como es indicado por esta definición; aunque es conveniente, desde un punto de vista conceptual, utilizar el término para cambios que involucran entidades moleculares únicas (es decir, eventos químicos submicroscópicos).

Reacciones exotérmicas. Cuando al llevarse a cabo una reacción química se produce más energía de la que se consume, la reacción globalmente libera energía, y lo hace en forma de calor.

Reacciones endotérmicas. Son aquellas reacciones donde no se libera energía sino, por el contrario, se consume energía en forma de calor del medio en que se lleva a cabo (Martínez y Castro, 2007).

C) Sustancia

Dos definiciones utilizadas para comprender este termino son:

1. Forma de la materia que tiene composición definida (constante) y propiedades distintivas que la diferencian de otras (Martínez y Castro, 2007; Chang, 2007).
2. Materia de composición constante caracterizada por las entidades (moléculas, unidades fórmula, átomos) de las que está compuesta. Las propiedades físicas tales como la densidad, el índice de refracción, la conductividad eléctrica, el punto de fusión, etc. caracterizan la sustancia química (McNaught y Wilkinson, 1997).

Son ejemplo de sustancias el agua, el amoníaco, la sacarosa (azúcar de mesa), el oro y el oxígeno. Las sustancias difieren entre sí por su naturaleza y se pueden identificar según su aspecto, color, sabor y otras propiedades. Las sustancias pueden ser elementos o compuestos. Cada sustancia corresponde a una fórmula química única, que expresa la composición en ella de cada elemento presente.

Los **elementos** son las sustancias fundamentales a partir de las cuales se construyen todas las cosas materiales (Hill y Kolb, 1999). Un elemento químico es una sustancia formada únicamente por un sólo tipo de átomo (Petrucci, 2006).

En este caso la IUPAC (McNaught y Wilkinson, 1997) da dos definiciones alternativas, por el uso que se da al término 'elemento' como constituyente de los compuestos:

1. Una especie de átomos; todos los átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico.

2. Una sustancia química pura compuesta de átomos con el mismo número de protones en el núcleo atómico. Algunas veces a este concepto se le llama sustancia elemental, distinto del elemento químico definido en la primera definición, pero la mayoría de las veces el término elemento químico es utilizado para ambos conceptos.

Los **compuestos químicos** son sustancias en las que se combinan entre sí los átomos de diferentes elementos (Petrucci, 2006).

Un ensamble de entidades moleculares químicamente idénticas que pueden explorar el mismo conjunto de niveles energéticos en la escala de tiempo del experimento (McNaught y Wilkinson, 1997).

D) Mezcla

Es la combinación de dos o más sustancias sin que reaccionen químicamente, esto quiere decir que no cambian sus propiedades (Martínez y Castro, 2007).

Mezclas homogéneas. Es la mezcla en la que todas sus partes tienen la misma composición y propiedades, pero pueden variar de una mezcla a otra (Petrucci, 2006); se observa una sola fase.

Mezclas heterogéneas. Es el tipo de mezcla en la que sus componentes y propiedades no son uniformes en todas las partes (Martínez y Castro, 2007). En las mezclas heterogéneas, como la formada por arena y agua, los componentes se separan en zonas diferenciadas. Por tanto, la composición y propiedades físicas varían de una parte a otra de la mezcla (Petrucci, 2006).

E) Medicamentos

Un *medicamento* es una sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético con efecto terapéutico: preventivo, de rehabilitación o diagnóstico. Se presenta en una forma farmacéutica y se identifica por su actividad farmacológica y sus características físicas, químicas y biológicas.

Un **fármaco** es una sustancia natural o sintética que se identifica por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas específicas, y reúne las condiciones para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento.

La **forma farmacéutica** es la mezcla de uno o más fármacos con o sin aditivos, que presentan características para su adecuada dosificación, conservación y administración. Es el producto, es decir, lo que se encuentra en las farmacias: tabletas, cápsulas, grageas, suspensiones,

emulsiones, aerosoles, inyectables, pomadas, supositorios, óvulos, etc. El fármaco en las formas farmacéuticas también se denomina **principio activo** (Palacios, 2000).

III.1.2. Análisis didáctico

Su objetivo es el de delimitar los condicionantes del proceso de E/A. Uno de los factores condicionantes de este proceso son los intereses de las y los alumnos y para determinarlos se realizó lo siguiente:

Se aplicó el cuestionario “¿Qué te motiva?” (Anexo I) al grupo que trabajó con la unidad, esto con la finalidad de conocer qué les interesa más a las y los estudiantes acerca de los temas que deben ser abarcados de acuerdo con el plan de estudios, y así poder diseñar una unidad didáctica que los motive a aprender.

Características de los participantes

26 alumnos de nuevo ingreso, compuesto por 14 mujeres y 12 hombres; estudiantes de la materia de Química I del turno matutino, en el Colegio de ciencias y humanidades plantel Sur.

Como parte del análisis didáctico, a continuación se muestran los resultados del instrumento diseñado para determinar lo qué motiva a las y los estudiantes a aprender química y los resultados del cuestionario que permitió conocer las ideas alternativas de las y los estudiantes.

A) Resultados del cuestionario “¿Qué te motiva?”

Las respuestas a la pregunta 1 “*Qué te motivaría a aprender química*” se muestran en la figura 2, los elementos se clasificaron por colores de acuerdo con lo mencionado en el Capítulo II.

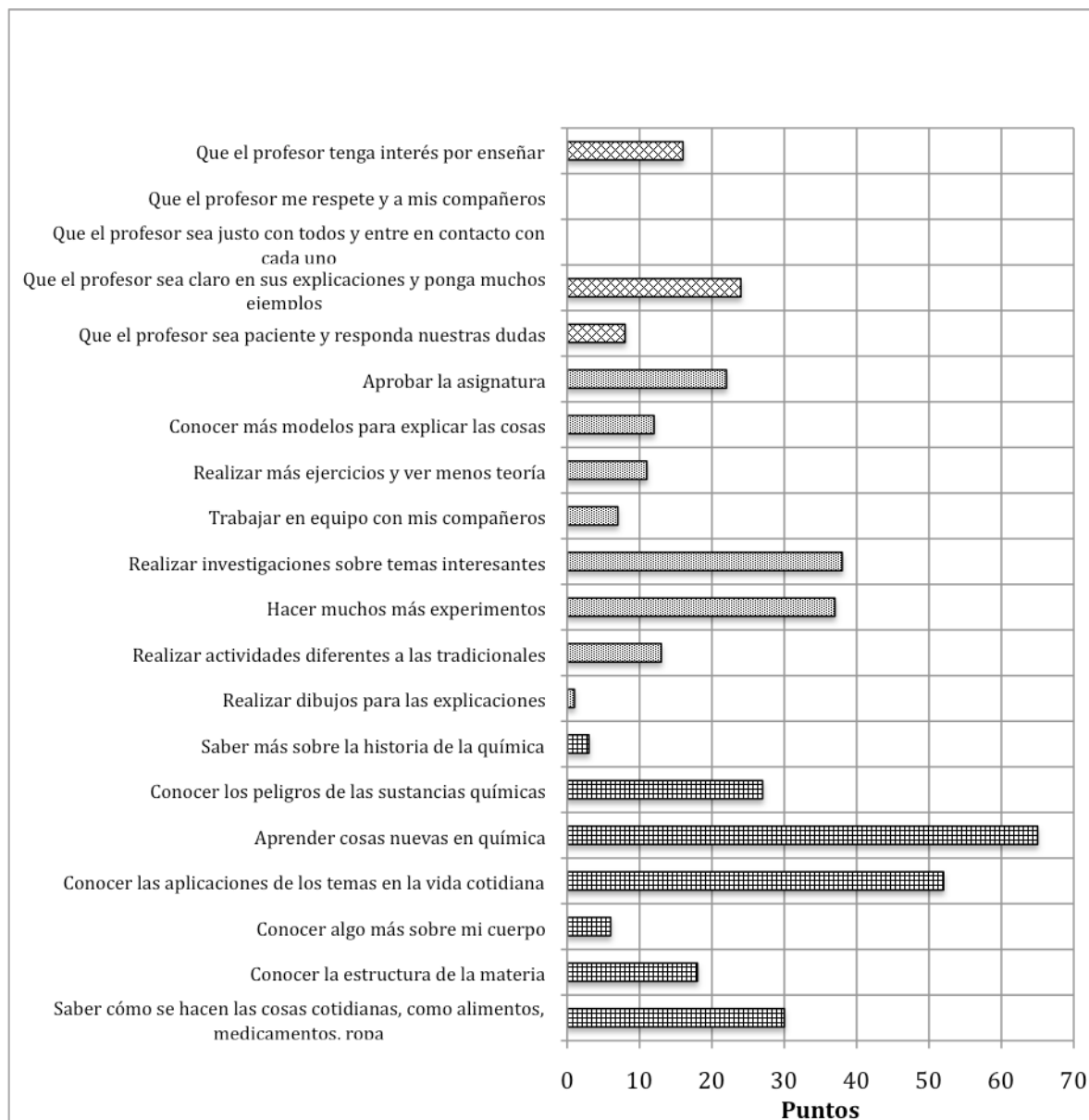


Figura 2. Puntos totales asignados por todo el grupo a cada respuesta.

Debe recordarse que se les pidió a las y los alumnos que seleccionaran 5 opciones y las enumeraran de acuerdo con su importancia asignada, por lo tanto a las respuestas más importantes, número 1, se le asignaron 5 puntos, al número 2 se le asignaron 4 puntos, y así sucesivamente; al final se sumaron todos los puntos; de esta manera el elemento más importante para las y los alumnos es aquel con el mayor número de puntos. De acuerdo con esto, los 5 elementos que más motivan a las y los estudiantes, según ellos mismo, son los siguientes:

1. Aprender cosas nuevas en química.
2. Conocer las aplicaciones de los temas en la vida cotidiana.
3. Realizar investigaciones sobre temas interesantes.
4. Hacer muchos más experimentos.
5. Saber cómo se hacen las cosas cotidianas, como alimentos, medicamentos, ropa.

Para obtener la siguiente gráfica (Fig. 3) se promedió el número de puntos totales de los elementos de una categoría (contenido, metodología o profesor) entre el número de elementos de cada categoría, esto con la finalidad de obtener un número independiente del número de elementos de cada categoría y conocer qué de los tres aspectos o categorías tenían más influencia en la motivación de las y los alumnos.

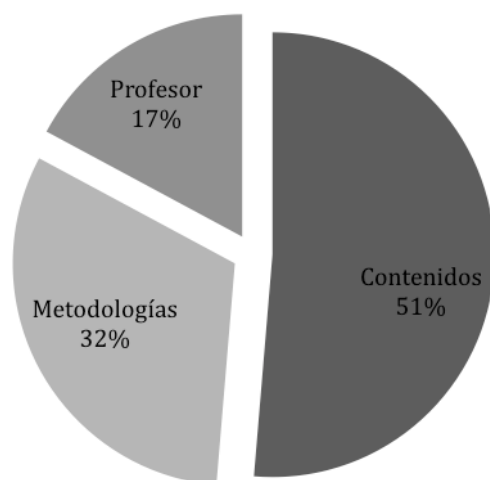


Figura 3. Promedio de puntos de cada aspecto analizado.

Se observa que lo más relevante para las y los estudiantes del grupo analizado y que los motivaría más a aprender química, es en orden de importancia, los contenidos, más que la forma de abordarlos, es decir las metodologías, y el comportamiento del profesor; con esto no se quiere decir que metodologías y profesor no sean importantes; sin embargo, no son tan motivadores.

Considerando que lo que más motiva a las y los alumnos es lo que se enseña, se vuelve más importante analizar las respuestas a las 2 preguntas restantes del cuestionario **¿Qué te motiva?**.

En el caso de la pregunta 2 *“Con lo que sabes hoy, ordena de mayor importancia, número 1, a menor importancia, número 3, los siguientes temas: mezclas, estructura de la materia y*

reacción química”, aquellas seleccionadas como la número 1 se les asignaron 3 puntos, 2 puntos a la número 2 y 1 punto a la número 3; al final se sumaron los puntos de todos los cuestionarios y se obtuvieron los siguientes valores (Fig. 4), aquellas con la mayor cantidad de puntos son las más importantes de acuerdo con las y los alumnos encuestados.

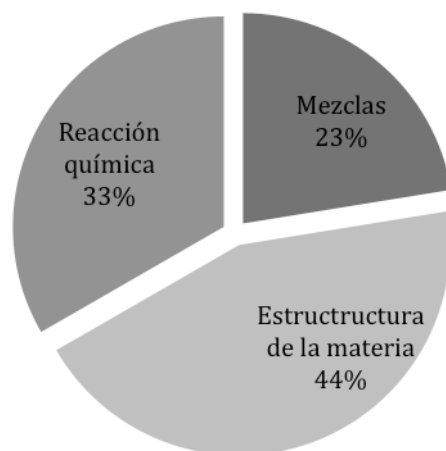


Figura 4. Importancia de aprender los temas.

Se observa que el tema de estructura de la materia es el más relevante en el estudio de la química; sin embargo, considerando los resultados de la pregunta número 1 del mismo cuestionario (todas las opciones, fig. 2) no es el que más los motiva a estudiar dicha materia.

Al pedirles que justificaran sus respuestas, las y los estudiantes que seleccionaron el tema “estructura de la materia” como el más importante, mencionaban, en general, que es *primordial conocer cómo está formada la materia para poder saber cómo va a reaccionar o con qué se va a mezclar*. Algunos ejemplos de lo escrito por las y los alumnos son:

“Porque es importante saber la estructura de la materia y tener en cuenta de qué se trata para poder realizar mezclas y saber cuándo se formula una reacción química.”

“Porque es importante saber las características de la estructura de la materia y saber qué modificaciones sufre, como consiguiente serían las reacciones químicas.”

“Hay que empezar por conocer las características para después poder emplearlas, como mezclas y ver cual sería la reacción.”

“Porque en primer lugar es sobre como está hecha la materia o bueno los principios de las cosas o materia, en segundo puse reacción química porque por lo mismo de que ya hay interferencia de las personas en las sustancias, ya sea para crear nuevas cosas o algo que

mejore la vida y por último las mezclas porque a pesar de que es muy importante pues las mezclas a mi se me hacen un poco más simples.”¹

En el caso de los que consideraron que el tema más importante, número 1, es el de reacción química mencionaron lo siguiente:

“Porque con la reacción química primero que nada se realizan compuestos y se forman enlaces que sería de mayor importancia a mi parecer.”

“Porque creo que el tema de reacción química a veces es un poco difícil sobre todo en la teoría por las ecuaciones. Estructura de la materia es un tema que no creo que se me complique mucho y mezclas es algo que se me hace fácil.”

Por último, recordar que todos las y los alumnos debían ordenar jerárquicamente los temas; sólo hubo un alumno que seleccionó mezclas como el tema más importante; lo justificó de la siguiente forma:

“Porque creo que hay que empezar a ver las mezclas y después ir observando cómo se componen y cuáles son sus reacciones.”

Es importante notar que aunque algunas de las respuestas no están claras, algunos relacionan la importancia con la dificultad, consideran que lo más importante es a lo que se le debe dedicar más tiempo, es decir, es sobre lo que quieren que más se aborde durante las clases.

Para determinar específicamente los temas sobre medicamentos que motivan a las y los alumnos, o aquellos que despiertan su interés se observan los resultados a la pregunta 3 *“Considerando que durante este semestre una de las unidades del programa es “Medicamentos, productos químicos para la salud”, ¿qué te gustaría aprender acerca de los medicamentos?”* (Fig. 5). Las respuestas de las y los alumnos se clasificaron en 4 temas diferentes, esto debido a que fueron similares, es decir, el mismo tema pero escrito de forma distinta, por lo que cada respuesta abierta dada por las y los alumnos fue analizada para determinar la clasificación a la que correspondería; en la mayoría de los casos las respuestas involucran varios temas, todos fueron considerados. Por ejemplo:

“El cómo están hechos, sus componentes químicos. Cómo esas sustancias nos curan, cómo es que funcionan. Cuánto tiempo toma realizarlos. Las ventajas y desventajas que nos proporcionan.”

¹ Estos y todos los ejemplos mencionados posteriormente fueron reproducidos textualmente a partir de las respuestas de las y los alumnos.

“Saber cómo y con qué están hechos para así entender cómo es que nos alivian, también qué sustancias contienen y en qué proporción.”

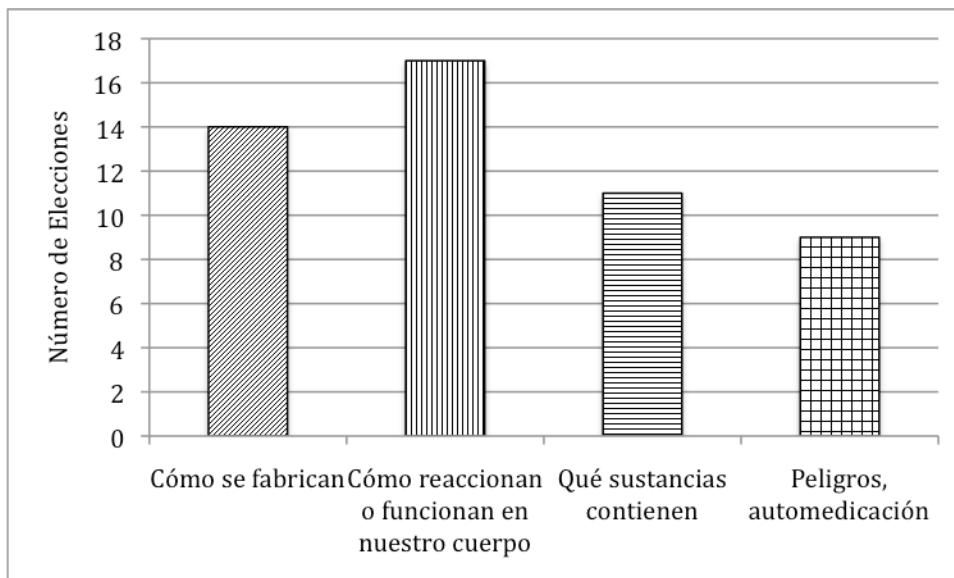


Figura 5. Temas acerca de medicamentos que las y los alumnos desean aprender.

De acuerdo con la gráfica es posible concluir que lo que más les interesa aprender a las y los alumnos es cómo funcionan los medicamentos en el cuerpo humano, seguido de cómo se fabrican; considerando que al aprender cómo se fabrican se debe hablar de las sustancias que los contienen, entonces al diseñar las actividades se abordaron estos dos últimos en el mismo tema.

Con todos los resultados anteriores se diseñó una unidad didáctica abarcando aquello que motiva a las y los alumnos a aprender química, se debió considerar que algunos aspectos, como el de realizar más experimentos se tomaron en cuenta, aunque dependieron de las características del laboratorio; el cómo los medicamentos reaccionan en nuestro cuerpo se estudió, pero al ser un tema tan complejo se abordó con prudencia, considerando el aprendizaje previo de las y los alumnos y evitando generar ideas alternativas o conceptos erróneos.

B) Resultados del cuestionario “Evaluación conceptual” inicial para determinar ideas alternativas

Como indicador de la capacidad cognitiva del alumno, otro factor condicionante del proceso de E/A, se pueden considerar sus conocimientos previos sobre el tema. Las reportadas en la

bibliografía y relacionadas con el tema, ya fueron descritas en el Capítulo II (pag. 31) en la descripción del cuestionario “Evaluación conceptual”. Al aplicar este cuestionario para determinar específicamente las ideas alternativas del grupo analizado se obtuvieron las siguientes:

Relacionadas con sustancia y mezcla

- *Sí hay diferencia pues en una sustancia los elementos están interactuando entre sí y en una mezcla no tiene porque haber este tipo de reacción, ya que se pueden o tienen que utilizar otros métodos para poder hacer una consistencia más delgada (partículas más pequeñas) al igual con sustancias formas mezclas (Fig. 6).*

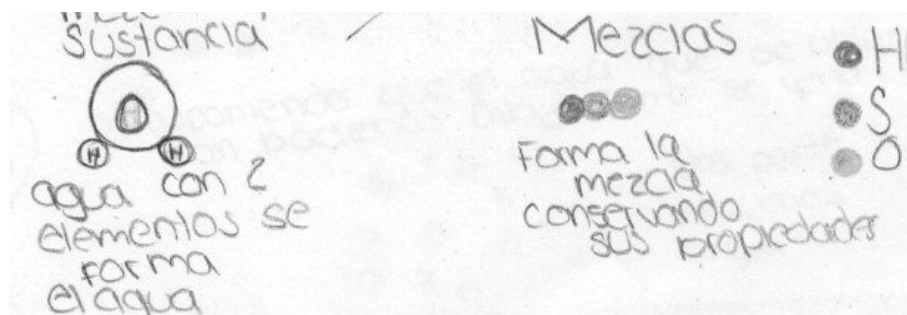


Figura 6. Representación por parte de un alumno de la diferencia entre una sustancia y una mezcla.

Relacionado con reacción química

- En una reacción el producto es una mezcla. *Ej. “El ácido acetilsalicílico es la mezcla de los ácidos y el anhídrido”.*
- El calor en una reacción es necesario porque hace que cambien de estado algunas sustancias. *Ej. “Se evaporó el líquido y eso es una reacción”. “El vapor es el producto de la reacción”.*

Relacionado con estructura de la materia, específicamente el tamaño de las moléculas

- *Una bacteria puede estar dentro del H del agua (Fig. 7).*

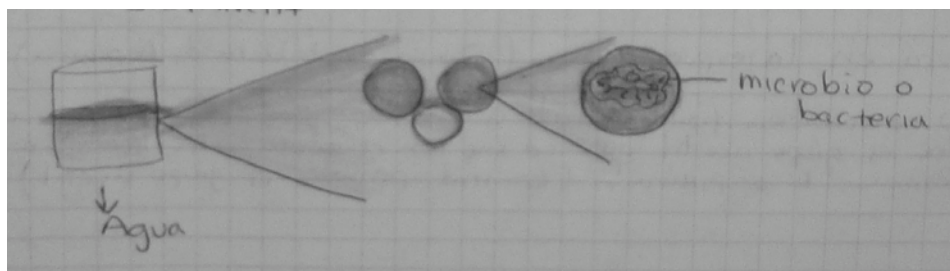


Figura 7. Dibujo de un alumno comparando el tamaño de una bacteria con el de una molécula.

Con las respuestas se observa principalmente: que las definiciones, que ya han manejado durante un semestre, aún no están claras; que intentan utilizar el lenguaje aprendido durante las clases, pero sin comprenderlo y que, por consecuencia, no logran aplicar los temas ni resolver problemas con lo visto en clase.

Las ideas alternativas propias del grupo ayudaron a diseñar una secuencia de actividades, que en la medida de lo posible y considerando la dificultad de crear un cambio conceptual, según lo mencionado por varios autores por ejemplo Gómez *et al.* (2004), permitirían modificar ideas erróneas o por lo menos no reforzarlas.

III.1.3 Objetivos de aprendizaje

Que el alumno:

- Desarrolle habilidades de investigación, trabajo en equipo, expresión oral, manejo del material de laboratorio.
- Aplique los conceptos de mezcla, compuesto, elemento, enlace, molécula, átomo y reacción química para resolver un problema relacionado con los medicamentos.
- Elabore modelos que describan y expliquen los comportamientos y propiedades de las sustancias durante una reacción química.
- Explique la diferencia entre una sustancia, una mezcla y una reacción química; mediante la utilización del modelo corpuscular.
- Explique el concepto de reacción química; mediante el uso del modelo corpuscular,

- Comprenda el efecto de algunas condiciones de reacción (temperatura y presencia de un catalizador).
- Reconozca el impacto de la química en el mundo actual.

III.1.4. Diseño de estrategias didácticas

Con base en los resultados obtenidos en los análisis, didáctico y científico, se diseñaron una serie de actividades que permiten cumplir con los objetivos planteados.

A continuación se describen las diferentes actividades llevadas a cabo durante la unidad didáctica, entendiendo por actividad cualquier tarea diferenciada que se realiza en clase por el profesor o las y los alumnos, en relación con los objetivos didácticos (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Los aspectos a considerar en cada actividad son: objetivos, tema(s) que apoya, descripción general, duración y subactividades, las cuales contienen material necesario, metodología, actividades extraclase en caso de ser requeridas, y grado de apertura de la investigación, en caso de aplicar. Se diseñó una guía para el profesor (Anexo VII) donde se especifican las actividades y subactividades, por lo tanto, a continuación sólo se presentan generalidades de cada actividad.

Para diseñar la guía para el profesor se consideraron las modificaciones necesarias de acuerdo con los resultados obtenidos durante la aplicación de cada una de las actividades de la UD, las cuales se mencionan en el siguiente capítulo; además de comentarios expresados por la profesora responsable del grupo al que se le aplicó la unidad.

Durante todas las sesiones los equipos llevaron un portafolios (Morán Oviedo, 2010) donde integraron todos los trabajos realizados durante las clases, así como actividades extraclase, con la finalidad de que el profesor pudiera revisar y dar seguimiento al trabajo de las y los alumnos. Por lo que durante y al finalizar la unidad las y los alumnos pudieran revisar lo visto en clase.

Considerando la importancia de la familia para el desarrollo de los adolescentes, etapa en la que se encuentran las y los alumnos, y sobre todo, que la implicación de los padres respecto a la educación de sus hijos incide significativamente sobre su rendimiento académico (indirectamente a través de su incidencia sobre variables personales como el auto-concepto), según los reportado por González-Pienda *et al.* (2003), se pretende con actividades simples,

por ejemplo que las y los alumnos investiguen con sus familiares algo que no involucre mucho tiempo ni mucho esfuerzo, ayudar un poco al alumno a comunicarse con su familia.

A) Actividad 1. Introducción

Para poder abarcar aquello que las y los estudiantes desean aprender acerca de medicamentos, de acuerdo con el análisis didáctico, es necesario que conozcan y se familiaricen con algunos conceptos.

Objetivos

- Introducir a las y los estudiantes al tema de medicamentos.
- Relacionar la importancia de la química con el estudio de los medicamentos.
- Definir conceptos sobre medicamentos necesarios para el entendimiento de actividades siguientes.

Temas que apoya

- Medicamentos

Descripción general

El alumno con ayuda de algunas herramientas, como lecturas y medicamentos; analizará los siguientes conceptos relacionados con el tema de medicamentos: principio activo, forma farmacéutica, fármaco, droga, vía de administración y excipiente; llenando una tabla que le permitirá aclarar y entender el significado de dichos términos.

Duración

- 2 sesiones con total de 3 horas; 1 de 2 horas y 1 de 1 hora

Subactividades

Para cumplir con los objetivos propuestos para esta actividad se llevan a cabo dos subactividades

1.1. Curarse sin medicamentos y con química. Mediante una investigación con familiares y con la ayuda de una lectura se muestra la importancia del conocimiento químico con el mejoramiento de la salud.

1.2. Definición de términos. Las y los alumnos construyen conceptos importantes relacionados con medicamentos, tales como: principio activo, forma farmacéutica, fármaco, droga, vía de administración y excipiente, empezando con una definición empírica y terminando con una definición científica.

1.3. Mapa mental “El mundo de los medicamentos”. Las y los alumnos primero de forma individual y luego por equipo desarrollan un mapa mental de la lectura “El mundo de los medicamentos”.

B) Actividad 2. Elaboración de tabletas de Aspirina®

Esta actividad es considerada el eje central de la unidad, ya que ésta integra los temas que las y los alumnos deben aprender así como lo que desean aprender acerca de los medicamentos. Para relacionar la actividad con la producción de un medicamento popular y conocido por las y los alumnos, se habla de tabletas de Aspirina®, aunque en realidad son tabletas de ácido acetilsalicílico.

Objetivos

- Que el alumno conozca el proceso de elaboración de un medicamento y sus componentes, mediante la elaboración de tabletas de ácido acetilsalicílico (AAS) “Aspirina”®.
- Retomar, utilizar y aclarar conceptos químicos como reacción química, mezclas y estructura de la materia.

Temas que apoya

Medicamentos, reacción química, estructura de la materia, mezclas y sustancias.

Descripción general

Durante la actividad el alumno llevará a cabo de forma simple todo el proceso necesario para producir un medicamento, tabletas de ácido acetilsalicílico “Aspirina®”, desde la determinación de la síntesis del principio activo mediante una investigación hasta, el acondicionamiento y promoción del producto final.

Asimismo se debe considerar que los conceptos como cambio de estado, sustancia y mezcla ya fueron abordados por las y los estudiantes y ellos debieron:

- Haber desarrollado un entendimiento básico de lo que es una reacción química.
- Saber que una reacción química es el proceso en el cual una sustancia cambia a otra.

Duración

- 5 sesiones con un total de 9 horas; 4 de 2 horas y 1 de 1 hora.

Subactividades

Las tareas o subactividades a desarrollar para cumplir con los objetivos son:

2.1. Explicación de la actividad. El profesor detallará la actividad, mencionando los objetivos, las tareas a realizar por parte de las y los alumnos y la evaluación.

2.2. Síntesis del principio activo (ácido acetilsalicílico, AAS). Las y los alumnos precisarán el proceso a llevar a cabo para sintetizar el principio activo; investigarán una fuente confiable de la síntesis; determinarán el material y reactivos necesarios, y llevarán a cabo la síntesis en el laboratorio. GAI: 3 (Ver Capítulo I, pag. 24).

2.3. Caracterización del AAS. Las y los alumnos realizarán algunas pruebas para determinar si el producto obtenido de la síntesis corresponde al deseado. GAI: 1 (Ver Capítulo I, pag. 24).

2.4. Elaboración de la forma farmacéutica (tabletas). Las y los alumnos, siguiendo las indicaciones del profesor, elaborarán las tabletas utilizando su principio activo sintetizado.

2.5. Acondicionamiento. Las y los alumnos acondicionarán sus tabletas de modo que tengan un empaque similar al de los medicamentos comerciales.

2.6. Conclusión. Presentarán al grupo el proceso para elaborar su producto final así como la promoción del mismo.

C) Actividad 3. Mezclas y sustancias

Es importante que las y los alumnos aprendan a diferenciar entre una sustancia y una mezcla, y que estos conceptos queden claros al momento de abordar el tema de reacción química.

Objetivos

Que el alumno

- Identifique si algunos medicamentos son mezclas homogéneas o heterogéneas.
- Imagine las sustancias y mezclas a nivel submicroscópico.

Temas que apoya

Estructura de la materia, mezclas y sustancias.

Descripción general

Durante la actividad, las y los alumnos observarán a simple vista sustancias y mezclas, al darse cuenta de que no pueden determinar su estructura la modelarán para entender la diferencia entre una sustancia y una mezcla a nivel submicroscópico. Utilizarán la clasificación de mezclas homogéneas y heterogéneas únicamente a nivel macroscópico.

Duración

1 sesión de 2 horas.

Subactividades

Esta actividad se divide en dos subactividades:

3.1. Diferenciando mezclas de sustancias a nivel submicroscópico. Las y los alumnos observarán algunas sustancias y mezclas y dibujarán su estructura submicroscópica con la finalidad de determinar la diferencia entre ambas.

3.2. Análisis de medicamentos. Clasificación de mezclas homogéneas y heterogéneas. El alumno clasificará algunos medicamentos como mezcla homogénea o heterogénea comprendiendo que esto es a nivel macroscópico, para después imaginar y modelar el nivel submicroscópico de alguno de ellos.

D) Actividad 4. Reacción química y condiciones de reacción mediante la utilización de la teoría corpuscular

Objetivos

Que las y los alumnos:

- Construyan un concepto de reacción química que involucre el nivel submicroscópico.
- Entiendan el efecto de algunas condiciones de reacción (temperatura y presencia de un catalizador) en la reacción química.

Descripción general

Para cumplir con los objetivos, se proponen: actividades demostrativas para analizar a nivel macroscópico lo relacionado con el tema reacción química; y la utilización de clips para modelar lo que sucede a nivel submicroscópico en una reacción química y cómo influyen las condiciones de reacción.

Duración

2 sesiones con un total de 3 horas; 1 de 1 hora y 1 de 2 horas.

Subactividades

4.1. Reacción química. Evocar el significado de reacción química y la demostración experimental “Diferenciando reacción química de lo que no es”. Las y los alumnos escriben su definición antes y después de observar una reacción química y una mezcla de sustancias.

4.2. Condiciones de reacción, temperatura y presencia de un catalizador. Demostración experimental “Descomposición del peróxido de hidrógeno usando catalizadores”; demostración experimental “POE (predicción, observación, explicación) desprendimiento de CO₂ con el

incremento de la temperatura”. El profesor realiza demostraciones experimentales que pongan en evidencia la influencia de las condiciones de reacción.

4.3. Explicación a nivel molecular de reacción química y condiciones de reacción. Mediante la utilización de imanes y de clips las y los alumnos modelan una reacción química, especificada por el profesor, a nivel submicroscópico.

4.4. Imaginando la reacción. Una vez analizado el nivel submicroscópico, las y los alumnos dibujan cómo creen que se llevaría a cabo una reacción química.

E) Actividad 5. Conclusión

Objetivos

- Mostrar a las y los estudiantes el mecanismo de acción de un medicamento, así como los peligros de la automedicación.
- Repasar y aplicar lo analizado en las actividades anteriores.

Temas que apoya

Medicamentos, mezclas, sustancias, reacción química, condiciones de reacción y estructura de la materia.

Descripción general

El profesor, con ayuda de una presentación que incluye videos, simulaciones, imágenes y texto, mostrará a las y los alumnos el proceso que se lleva a cabo para producir un medicamento y el que éste realiza para cumplir con su finalidad de mejorar la salud en el cuerpo humano. Además, las y los alumnos jugarán respondiendo algunas preguntas relacionadas con todos los temas y ganando puntos, de esta forma se realiza un repaso y se aclaran dudas.

Duración

1 sesión de 2 horas.

Subactividades

5.1. Medicamentos en el cuerpo humano. El profesor explica, con ayuda de una presentación el proceso, para formar medicamentos y para que estos actúen en el cuerpo humano.

5.2. Resumen, juego de preguntas. Los equipos de alumnos deberán responder correctamente una serie de preguntas relacionadas con todos los temas vistos durante la unidad.

III.1.5. Selección de estrategias de evaluación

Considerando los objetivos y las actividades de la unidad didáctica, la evaluación se puede distinguir, según el momento del proceso de aprendizaje en el que se evalúa, entre la evaluación inicial, la que tiene lugar a lo largo de dichos procesos, y la que se realiza al final.

A) Evaluación inicial

Objetivos

- Determinar las ideas alternativas de las y los estudiantes con relación a los temas abordados durante la unidad.
- Averiguar el tipo de explicaciones que dan las y los alumnos (si utilizan o no el modelo corpuscular) a los temas de mezclas, estructura de la materia y reacción química antes de la aplicación de la unidad.
- Determinar la motivación de las y los estudiantes, específicamente de cada uno de los componentes motivacionales, antes de la aplicación de la unidad.

Instrumentos

- Cuestionario de evaluación conceptual
- Motivación de las y los estudiantes (Glynn y Koballa, 2006)

Metodología

Se pidió a las y los alumnos que guardaran libros y cuadernos, sólo necesitaron pluma o lápiz para escribir y colores si lo deseaban. No podían platicar con sus compañeros durante la resolución de los cuestionario.

- **Aplicación del cuestionario “motivación de las y los estudiantes”** (Anexo IV). Se entregó a cada alumno una copia del cuestionario, el profesor leyó las instrucciones en voz alta y se resolvieron las dudas que pudieron tener las y los alumnos para su resolución.
 - El tiempo máximo que se dió para su resolución fue de 15 minutos.
- **Aplicación del cuestionario “evaluación conceptual”** (Anexo II y III). Se proporcionó la hoja de la ‘evaluación conceptual’ (Anexo III) a cada alumno para que escribieran sus datos y se dio un tiempo para que todos, de manera individual, leyeran el texto. Después de leer en voz alta las instrucciones y el texto, las preguntas se fueron dictando una por

una, para evitar que sus respuestas se vieran influenciadas por las siguientes preguntas; se dictó la siguiente hasta que todos hubieran terminado de contestar.

- El tiempo que se otorgó para su resolución fue de 80 minutos.
- **Evaluación de los cuestionarios por parte del profesor.** Se evaluó cada cuestionario según las características de cada uno mencionadas en el Capítulo II (pag. 31, 32 y 35), para conocer las características de las y los alumnos.

B) Evaluación a lo largo del proceso de enseñanza

Objetivos

- Que el profesor tenga una prueba de que el alumno ha realizado el trabajo correspondiente a las actividades planteadas.
- Que el profesor conozca el estado de aprendizaje de las y los alumnos con la finalidad de regular las acciones.
- Que el alumno cuente con una evidencia acumulativa de sus progresos.

Instrumentos

Entre los instrumentos que pueden utilizarse para este fin se encuentran: el portafolios, el mapa mental, y los dibujos.

❖Portafolios

El uso de “portafolios” es importante en la enseñanza experimental porque permite valorar numerosos aspectos del proceso enseñanza aprendizaje (contenidos teóricos, procedimentales, habilidades, destrezas, actitudes, valores, etcétera). Esta modalidad presenta dos vertientes: como herramienta de evaluación del alumno y como herramienta de evaluación del docente (Montagut *et al.*, 2002; Morán, 2010).

El portafoliosconsiste en una colección escogida de los trabajos asignados a las y los alumnos, que permite al profesor valorar los progresos de las y los alumnos y, a las y los estudiantes, analizar y reflexionar sobre sus fortalezas y debilidades, así como utilizar esta información para mejorar su desempeño (Valdez citado en Montagut *et al.*, 2002).

Objetivos

- Evaluar la colección de trabajos diarios, por equipo e individuales, correspondientes a las actividades desarrolladas por las y los alumnos.

- Conocer el avance del aprendizaje de las y los alumnos.
- Evaluar las actividades según la percepción de las y los estudiantes.

Características

Para integrar y evaluar el portafolios se consideran:

- Actividades extraclase
- Lecturas (con la finalidad de que las y los alumnos puedan consultar lo hecho en clase)
- Hojas de trabajo
- Informes del trabajo experimental
- Instrumentos de evaluación individuales

Se decidió integrar al portafolios todos los materiales producidos por las y los estudiantes a lo largo de las actividades, ya que cada material pudo considerarse como la conclusión de lo visto en clase. Además se integraron las actividades extraclase, pues en todos los casos era necesaria esa información para poder entender los materiales generados a partir de ellas. Algunas veces los equipos agregaron apuntes o notas de lo visto en clase que no se incluía necesariamente en los materiales. Las bitácoras COL y los cuestionarios post-actividad también se integraron al portafolios, ambas con la finalidad de poder ser revisadas y analizadas por el profesor, además las primeras servían a las y los estudiantes para recordar lo visto en la clase anterior. Con esto se pretendió cumplir con los objetivos planteados para este instrumento de evaluación.

Metodología

Al inicio de la unidad el profesor deberá indicar a las y los alumnos las características de este material, mencionadas en el párrafo anterior, así como las de la carátula.

Además el portafolios que incluye las actividades diarias será firmado por los padres de familia de todos los integrantes del equipo; es decir, un alumno se llevará el portafolios al terminar una actividad y que haya sido revisada por el profesor para que su tutor observe lo que su hijo realiza en clase y firme de estar enterado, al finalizar la siguiente actividad otro alumno se llevará el portafolios, y así sucesivamente hasta completar todas las firmas.

❖ **Mapa mental**

El mapa mental es una herramienta que sirve para estructurar el pensamiento. Toma en cuenta cómo funciona el cerebro humano de manera natural.

Con el uso de imágenes, texto y unas cuantas reglas para ordenar la información (Ver apéndice 4 del anexo VII), se puede crear, visualizar y estructurar una gran cantidad de información en una sola página (López, 2010).

Objetivo

- Ayudar a las y los alumnos a organizar y comprender la información proporcionada por lecturas.

Características

El mapa mental tiene cuatro características esenciales:

- a) El asunto, motivo de atención, se cristaliza en una imagen central.
- b) La imagen central irradia los principales temas o asuntos de forma ramificada.
- c) Las ramas comprenden una imagen o una palabra clave impresa sobre una línea asociada. Los puntos de menor importancia también están representados como ramas más simples adheridas a las ramas de nivel superior.
- d) Las ramas forman una estructura nodal conectada (Campos, 2005).

❖ **Dibujos**

Es un método de evaluación del entendimiento con pocos límites. Los dibujos son el extremo más abierto de las técnicas, por lo que pueden revelar entendimientos inesperados. Entre más cerrada sea la técnica más confinados están las y los alumnos a empatar partes de su entendimiento con el del evaluador y quedan más escondidas las otras partes restantes. Es decir, involucran el entendimiento holístico, permitiendo la expresión de actitudes o sentimientos así como de la cognición.

Otorgan al maestro la posibilidad de ver y a las y los estudiantes de revelar cualidades del entendimiento que no se detectan mediante otros procedimientos, ya que es más fácil mostrar algunas de estas cualidades a través de ejemplos que a través de la escritura sobre ellos (White y Gunstone, 1992).

En todas las pruebas, la precisión y la sensibilidad se incrementan considerablemente cuando son complementadas con una entrevista, por lo que de considerarse necesario se implementarán para aclarar respuestas confusas. De igual forma, puede ser oportuno pedir a las y los alumnos que escriban la explicación a sus dibujos, con la finalidad de que la interpretación sea lo más cercano a las ideas del autor.

Objetivos

- Que las y los alumnos representen sus ideas de forma sencilla.
- Evaluar el aprendizaje de las y los alumnos acerca del modelo corpuscular en los temas abordados (mezcla, estructura de la materia y reacción química).

C) Evaluación al final del proceso de enseñanza

Objetivos

- Determinar el aprendizaje de las y los estudiantes con relación a los temas abordados durante la unidad.
- Averiguar el tipo de explicaciones que dan las y los alumnos (si utilizan o no el modelo corpuscular) a los temas de mezclas, estructura de la materia y reacción química antes de la aplicación de la unidad.
- Determinar la motivación de las y los estudiantes, específicamente de cada uno de los componentes motivacionales, después de la aplicación de la unidad.
- Validar la unidad determinando si los objetivos de aprendizaje y de motivación fueron alcanzados.

Instrumentos

- Cuestionario de evaluación conceptual
- Motivación de las y los estudiantes (Glynn y Koballa, 2006)

Metodología

Seguir las mismas indicaciones que en la evaluación inicial.

- **Aplicación del cuestionario “motivación de las y los estudiantes”** (Anexo IV). Se entregó a cada alumnos una copia del cuestionario, se leyeron las instrucciones en voz alta y se resolvieron las dudas que pudieron tener las y los alumnos para su resolución.
 - El tiempo máximo que se dió para su resolución fue de 15 minutos.
- **Aplicación del cuestionario “evaluación conceptual”** (Anexo II y III). Se proporcionó la hoja de la ‘evaluación conceptual’ (Anexo III) a cada alumno para que escribieran sus datos y se dio un tiempo para que todos, de manera individual, leyeran el texto. Después de leer en voz alta las instrucciones y el texto, las preguntas se fueron dictando una por una, para evitar que sus respuestas se vieran influenciadas por las siguientes preguntas; se dictó la siguiente hasta que todos hubieran terminado de contestar.
 - El tiempo que se otorgó para su resolución fue de 80 minutos.

- **Evaluación de los cuestionarios por parte del profesor.** Se evaluó cada cuestionario según las características de cada uno mencionadas en el Capítulo II (pag. 31, 32 y 35), para conocer las características de las y los alumnos.

D) Rúbrica general de evaluación

Para integrar el 100% de la calificación correspondiente a esta unidad, se propone lo siguiente:

Evaluación formativa. Portafolios	60%
▪ Trabajos extraclase (Incluye material)	10%
▪ Participaciones (Incluye la evaluación inicial y de las actividades)	15%
▪ Hojas de trabajo	35 %
Evaluación final	40 %
▪ Examen final (Cuestionario de evaluación conceptual)	20 %
▪ Trabajo final	20 %

Sugerencias de evaluación específicas para cada actividad se encuentran en la “Guía para el profesor”.

III.2. Aplicación de la unidad didáctica

Todas las actividades se llevaron a cabo durante 11 sesiones, 20 horas (7 sesiones de 2 horas cada una y 4 sesiones de 1 hora cada una), a pesar de que el tiempo asignado a la Unidad 3 por el Programa de estudios es de 10 horas, la profesora responsable del grupo, al hacer las adaptaciones correspondientes, nos permitió utilizar más sesiones con la finalidad de cumplir con todos los objetivos planteados.

Las evaluaciones se realizaron durante 2 sesiones, 4 horas (una sesión para la evaluación inicial y otra para la evaluación final). Las actividades y evaluaciones se aplicaron a alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, del turno matutino, que se encontraban cursando la materia Química II durante el segundo semestre de bachillerato con la maestra Nadia Méndez Vargas; el grupo estaba conformado por 26 alumnos de los cuales 14 eran mujeres y 12 hombres, la profesora que aplicó la unidad trabajó con el grupo durante el primer semestre en la materia Química I y durante la primera mitad de la materia Química II. A estos

mismos estudiantes se les aplicaron los instrumentos para determinar qué los motiva y sus ideas alternativas.

Horario de clases: martes de 9:00 h a 11:00 h, jueves de 9:00 h a 11:00 h y viernes de 9:00 h a 10:00 h.

De acuerdo con las características de la actividad 2 se consideró conveniente intercalarla para poder aprovechar el aprendizaje de las demás actividades, por lo que la aplicación de la unidad se llevó a cabo en el siguiente orden:

- Evaluación inicial.
- Actividad 1. Introducción.
- Actividad 2. Elaboración de tabletas de Aspirina®.
 - o Explicación de la actividad.
- Actividad 3. Mezclas y sustancias.
- Actividad 2. Elaboración de tabletas de Aspirina®.
 - o Síntesis del principio activo (ácido acetilsalicílico).
- Actividad 4. Reacción química y condiciones de reacción utilizando la teoría cinético corpuscular.
- Actividad 2. Elaboración de tabletas de Aspirina®.
 - o Caracterización del aas.
 - o Elaboración de la forma farmacéutica (tabletas).
 - o Acondicionamiento.
 - o Conclusión.
- Actividad 5. Conclusión.
- Evaluación al final del proceso de enseñanza.

El instrumento para medir la motivación de las y los estudiantes y el cuestionario de "evaluación conceptual" se aplicó a 25 alumnos al inicio de la unidad, ya que, aunque el grupo estaba formado por 26 alumnos, uno estuvo ausente ese día. Al finalizar la aplicación de la UD las y los alumnos volvieron a resolver los instrumentos, un alumno llegó tarde por lo que no le fue posible completar el instrumento para medir la motivación considerando que inmediatamente después comenzaron a resolver la evaluación conceptual; por lo tanto, al igual que en la aplicación al inicio sólo se obtuvieron 25 cuestionarios resueltos.

Los resultados de todos los instrumentos utilizados durante la unidad se detallan en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA “Medicamentos, productos químicos para la salud”

*“De nada sirve que el entendimiento se adelante si el corazón se
queda”*

Baltasar Gracián (1601-1658)

A partir del análisis didáctico y científico se diseñaron una serie de actividades que permitirían cumplir con los objetivos planteados para la UD y con el propósito de generar un herramienta útil para las y los profesores de bachillerato se aplicó al grupo en estudio. De los resultados

obtenidos y analizados a continuación se realizaron las modificaciones pertinentes a las actividades, produciendo la “Guía para el profesor” detallada en el Anexo VII.

IV.1. Resultados del instrumento sobre motivación, antes y después de la aplicación de la UD

Al analizar las respuestas del cuestionario para determinar la motivación y obtener el valor de motivación total se observa que hubo un aumento significativo, es decir, las y los alumnos están más motivados después de la aplicación de la UD (Fig. 8) con relación a su motivación antes de la intervención. Aunque no se logró obtener el valor máximo se cumple con el objetivo de motivar a las y los alumnos; el valor más alto, alcanzado por dos alumnos, fue de 130 puntos. Por lo tanto, de acuerdo a lo reportado en la bibliografía (Capítulo I, pag. 13), es posible que el proceso de enseñanza-aprendizaje se lleve a cabo de forma más eficiente, y las y los estudiantes encuentren con mayor facilidad los beneficios académicos buscados por estas actividades.

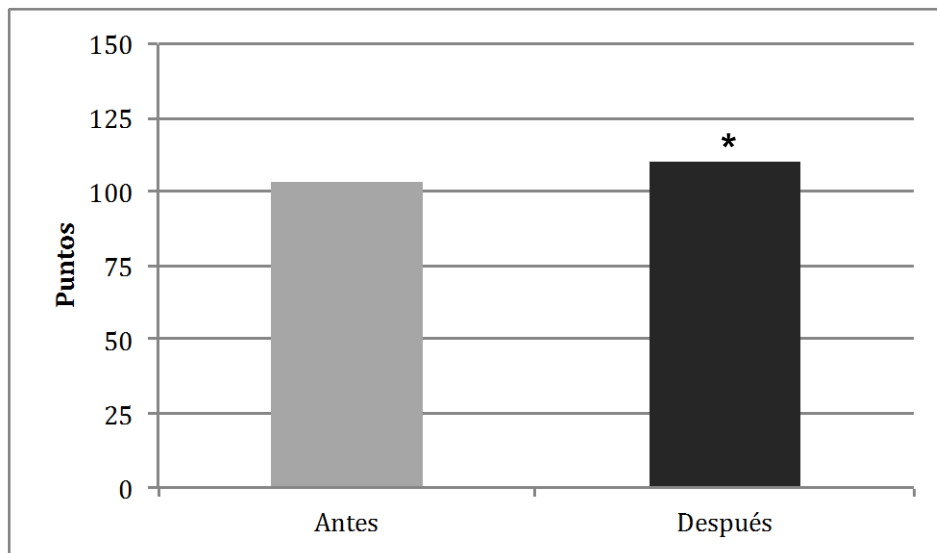


Figura 8. Valores promedio de motivación en el grupo estudiando, antes y después de la aplicación de la UD. * $p < 0.001$ de acuerdo con la prueba de t para datos apareados.

En la figura 9 se muestran los resultados de las respuestas, antes y después, al cuestionario de motivación, específicamente a cada uno de los 6 componentes, motivación extrínseca,

motivación intrínseca, autodeterminación, autoeficacia, relevancia de aprender química y ansiedad.

En el caso de la MI, la AD, la AE, y la RAQ se observa un aumento, siendo éste significativo; en el caso de la ANS se observa una tendencia a disminuir.

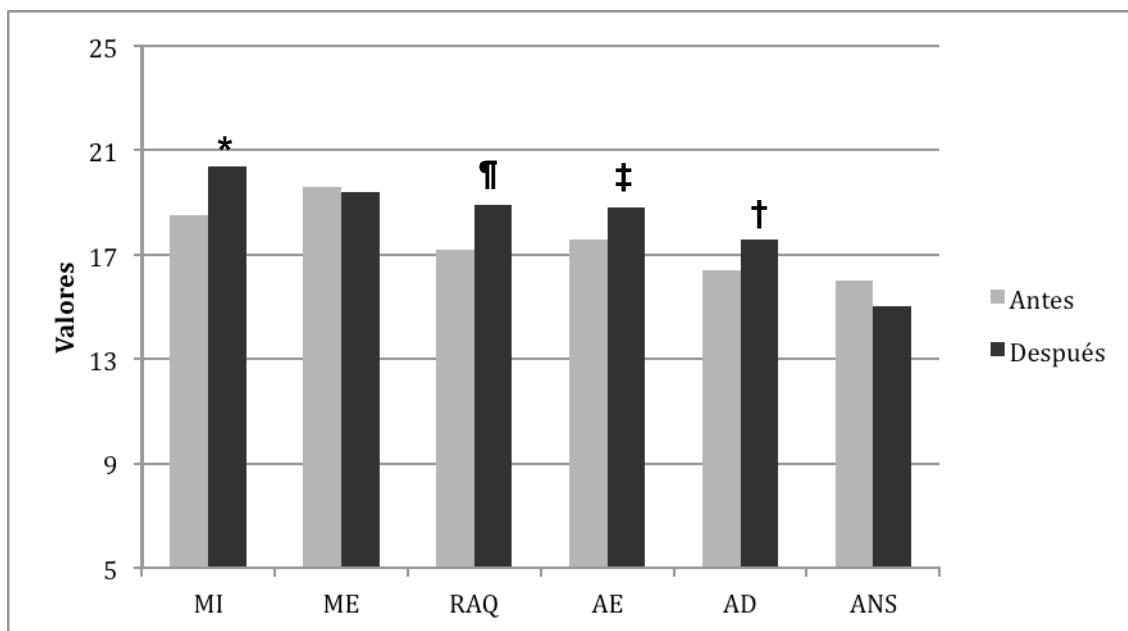


Figura 9. Valores promedio de cada componente de la motivación medido, obtenidos antes y después de la aplicación de la UD. De acuerdo con la prueba de t para datos apareados: * $p < 0.001$ † $p = 0.017$ ‡ $p = 0.004$ † $p = 0.014$

Cuando los individuos están intrínsecamente motivados se involucran en una actividad porque están interesados en ella y la disfrutan, y cuando están extrínsecamente motivados se involucran en actividades por otras razones como el recibir una recompensa (Eccles y Wigfield, 2002); se observa que las actividades planteadas en la UD lograron aumentar el interés de las y los estudiantes por el aprendizaje de la química y hacer más agradable esta tarea, considerando el aumento significativo en la MI.

El segundo componente motivacional analizado en el que se observó un aumento significativo después de la aplicación de la UD es la relevancia de aprender química, o las creencias de las y los estudiantes acerca de la utilidad y la importancia del curso; los investigadores han demostrado relaciones positivas entre las creencias del valor de las tareas y niveles más profundos de desempeño y procesamiento cognitivo (Zusho *et al.*, 2003). Por lo tanto, tomando en cuenta el aumento significativo en la RAQ es posible decir que, lo abordado durante las

actividades tienen sentido para las y los estudiantes; lo cual era lo esperado, considerando que se tomó en cuenta lo que ellos deseaban aprender. El que la unidad promoviera un aumento de este componente fue favorable para el aprendizaje de las y los alumnos.

En el caso de la AD —habilidad de tener opciones y un grado de control sobre lo que hacemos y como lo hacemos (Glynn y Koballa, 2006)—, cuando las y los estudiantes creen tener algún grado de control sobre su aprendizaje, como el seleccionar algunos tópicos de su laboratorio, la motivación se incrementa (Reeve *et al.*, 2003); por lo tanto, en este caso se observa que el averiguar los temas que las y los estudiantes desean aprender funciona para motivarlos. También se observa que de los 4 componentes motivacionales que aumentaron significativamente (MI, RAQ, AD y AE) la AD es la que tiene los valores más bajos, es decir, las actividades promovieron la toma de decisiones por parte de las y los estudiantes, aunque para futuras ocasiones sería conveniente que se involucren más en este aspecto.

En el caso de la AE —confianza que tiene el estudiante acerca de su habilidad para tener éxito en un campo de la ciencia (Glynn y Koballa, 2006)— se debe tomar en cuenta que las y los estudiantes que creen que son capaces de completar adecuadamente una tarea y que tienen mayor confianza en su habilidad para hacerlo, típicamente demuestran los mayores niveles de logro académico y también se involucran en comportamientos académicos que promueven el aprendizaje (Zusho *et al.*, 2003); es decir, en este caso la UD permite aumentar la confianza de las y los estudiantes acerca de las tareas realizadas de acuerdo a los temas abordados y con ello su motivación y su aprendizaje.

El quinto componente motivacional analizado fue la ANS, se ha encontrado que un alto grado de ansiedad por las evaluaciones disminuye la motivación y el logro de las y los estudiantes (Cassady y Johnson, 2002), y aunque en este caso no se observa una disminución significativa, la tendencia a disminuir es favorable; sin embargo, en un futuro sería conveniente realizar acciones específicas para reducir la ansiedad de las y los alumnos.

Con todo lo anterior es posible concluir que la UD diseñada cumple con el objetivo de motivar a las y los alumnos y, aunque no se alcanzan los niveles máximos, en la mayoría de los componentes se observa un aumento significativo y en el caso de la ansiedad se observa una tendencia a disminuir. Se espera que teniendo unos alumnos más motivados hacia el aprendizaje, confiados al realizar las tareas, involucrados en las decisiones y sintiendo que lo aprendido es útil, o sea, en general más motivados, facilite que las y los estudiantes aprendan los temas abordados durante la unidad y con esto cumplir con otro de los objetivos de la UD.

IV.2. Resultados del cuestionario de evaluación conceptual

Específicamente en este grupo se observó que al esperar a que todos, o la mayoría, terminaran de contestar la pregunta para dictar la siguiente hubo alumnos que se aburrían y otros que se desconcentraban al preguntarles si se podía continuar, por lo que en la aplicación final, se optó por escribir las preguntas en el pizarrón esperando entre cada una de ellas el tiempo en el que el profesor observaba que algunos alumnos terminaban y comenzaban a aburrirse; de esta forma quienes no habían terminado tuvieron la oportunidad de ver la pregunta en el pizarrón sin necesidad de dejar de contestar.

Análisis de resultados

El cuestionario fue evaluado de acuerdo con los elementos de las respuestas. En la figura 10 se observan las calificaciones totales del cuestionario conceptual, las cuales podían estar entre el 0 y el 10; al evaluar las respuestas se tomaron en cuenta aspectos que mostraran aprendizaje y de acuerdo a esto se les asignaron valores, la pregunta 6 podía tener un valor máximo de 2 puntos y todas las demás de 1 punto.

Aunque no se alcanzaron las calificaciones esperadas se observó un aumento significativo en las calificaciones después de la aplicación de la UD, es decir, mayor cantidad de elementos referentes a los temas fueron abordados. El promedio de calificaciones pasó de 2.62 a 5.32, en ambos casos éstas son reprobatorias aunque el número de estudiantes con calificaciones aprobatorias aumentó considerablemente (Fig. 11) del 8% al 44%, es decir, 36% más de alumnos obtuvieron calificaciones aprobatorias en la evaluación conceptual final, logrando calificaciones máximas de 9. Cabe mencionar que la mayoría de los temas debieron haber sido aprendidos en unidades anteriores de las materias Química I y Química II, y aunque no fueron vistos en los niveles exigidos por esta unidad las y los estudiantes debían tener elementos suficientes para contestar correctamente las preguntas.

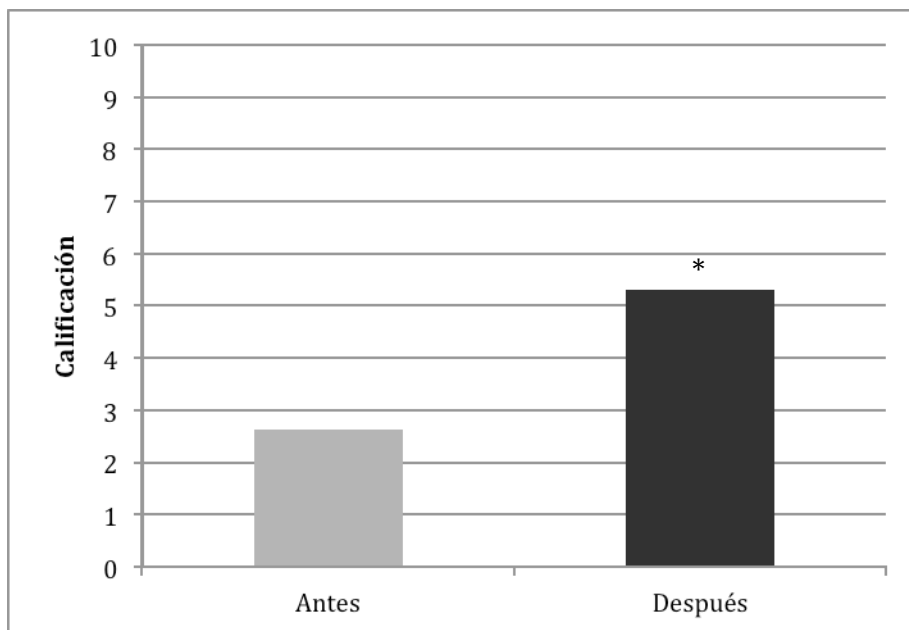


Figura 10. Calificación promedio del cuestionario Evaluación conceptual, antes y después de la aplicación de la UD. * $p < 0.001$ de acuerdo con la prueba de t para datos apareados.

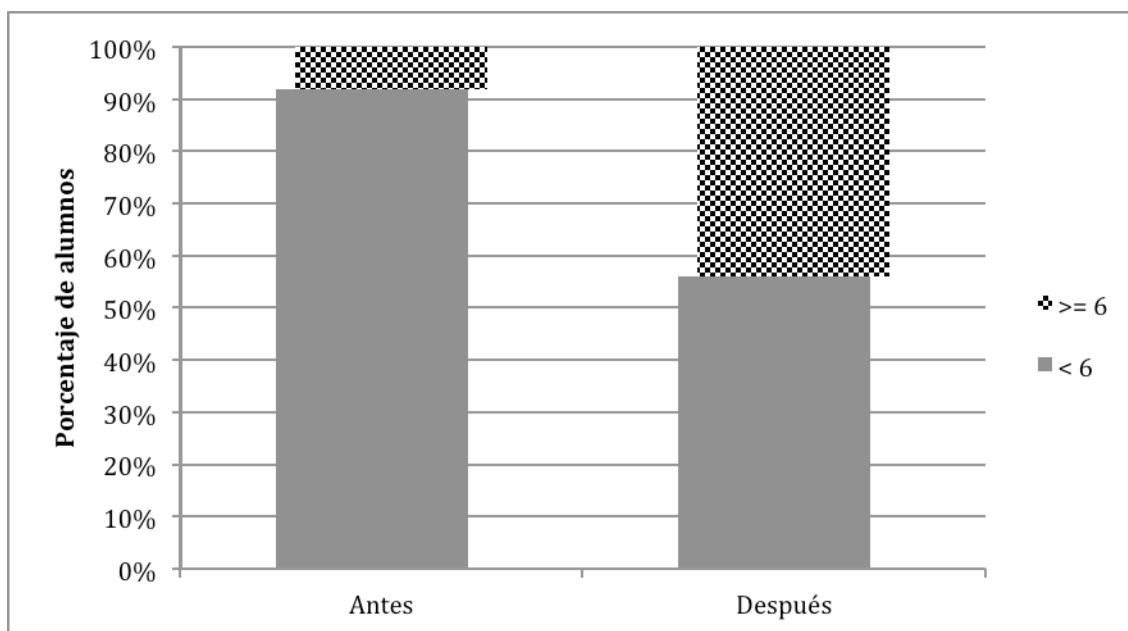


Figura 11. Gráfica que muestra el porcentaje de calificaciones reprobatorias y aprobatorias antes y después de la aplicación de la UD. Antes 8% de calificaciones aprobatorias, después 44% de calificaciones aprobatorias.

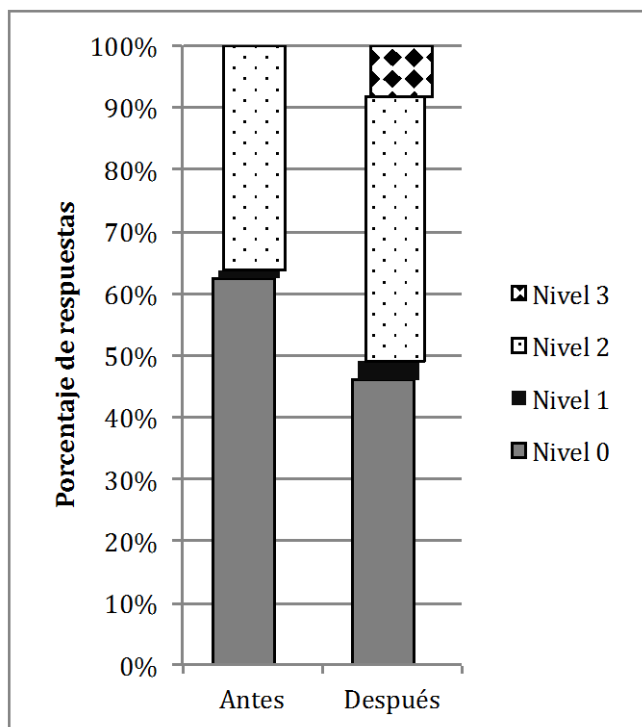
Con las 9 preguntas del cuestionario se evaluaron los temas abordados durante la unidad didáctica, mezclas-sustancias (preguntas 1, 2, 3 y 4), estructura de la materia (preguntas 1, 4, 5, 6, 7, 8 y 9) y reacción química (6, 7, 8 y 9).

Para analizar el aprendizaje de las y los alumnos y el nivel alcanzado se revisaron las evaluaciones conceptuales individualmente, al ser preguntas abiertas las respuestas se clasificaron, de acuerdo a lo especificado (Capítulo II, pag. 31), en explicaciones correctas a nivel macroscópico (Nivel 2), explicaciones correctas que utilizan el modelo corpuscular (Nivel 2), explicaciones incorrectas usando términos macroscópicos (Nivel 0), y explicaciones incorrectas usando términos submicroscópicos (Nivel 1). Se observa en las gráficas siguientes (fig. 12, 13 y 14) los niveles alcanzados en cada tema, en todos los casos es evidente el avance de las y los estudiantes al integrar la teoría corpuscular a sus explicaciones.

Además de ser necesario analizar cada una de las respuestas del cuestionario, se estableció una comparación entre las respuestas iniciales y las que surgieron después de que las y los estudiantes trabajaran las actividades propuestas en la unidad didáctica.

En el caso del tema **mezcla-sustancia** (fig. 12. A) al inicio de la unidad más de la mitad de las y los estudiantes no podía explicarlo, ni siquiera en el nivel más simple, y el otro 36% daba respuestas macroscópicas; como para este momento no se había utilizado la teoría corpuscular, pero sí se había abordado el tema, se esperaba que el 100% de las y los alumnos pudieran responder correctamente (Nivel 2), sin embargo, sólo menos del 50% pudo hacerlo por lo que fue necesario retomar el tema desde un nivel básico. A pesar de que al finalizar la aplicación de la UD el 46% de las y los alumnos siguió sin poder responder las 4 preguntas correctamente, menos que antes de la aplicación, se logró que 51% respondieran correctamente y que el 8% de las y los alumnos tuvieran un entendimiento claro del tema, es decir, pudieron explicar ambos términos a nivel submicroscópico, mostrar una imagen de cada uno y clasificar una serie de elementos correctamente. Se observó un aprendizaje favorable del tema, aunque no el esperado, es decir, que todos las y los alumnos utilizaran el modelo corpuscular de la materia para explicar algunos fenómenos.

A) Porcentaje en cada nivel



B) Nivel promedio

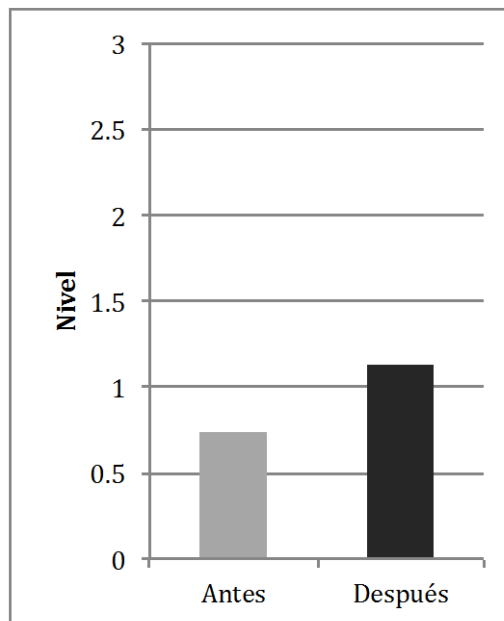


Figura 12. A) Resultados de los porcentajes de respuestas en cada nivel, antes y después de la aplicación de la UD. B) Resultados de los niveles alcanzados en las respuestas de las y los alumnos a los temas. Hubo diferencia significativa $p < 0.001$ de acuerdo con la prueba de Wilcoxon de los rangos con signo.

En la siguiente tabla se muestran las respuestas de algunos de las y los alumnos¹ y su clasificación a cada una de las preguntas relacionadas con el tema mezcla-sustancias:

¹ Los ejemplos fueron elegidos por la claridad de las respuestas.

Antes	Después
-------	---------

¿Existe diferencia entre una sustancia y una mezcla? ¿cuál es?

Alumno 1	Sustancias. Interactúan elementos formando la sustancia con propiedades distintas. Mezcla. Son distintos elementos juntos pero sin cambiar sus propiedades individuales.	Las sustancias tienen propiedades definidas y son constantes en su composición. Las mezclas son un conjunto de sustancias las cuales están juntas pero cada una conserva sus propiedades.
Clasificación	Nivel 1	Nivel 2
Alumno 2	Sí, una sustancia está conformada por materiales del mismo tipo, o elementos como tales. Una mezcla está conformada por materiales diferentes y no pueden ser disueltos.	Si, en una mezcla hay moléculas de diferentes tipos, mientras que en una sustancia sólo hay moléculas de un sólo tipo.
Clasificación	Nivel 1	Nivel 3

¿Qué de todo lo mencionado durante el texto se refiere a sustancias y qué a mezclas?

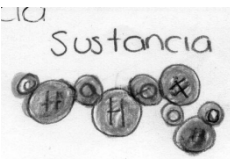
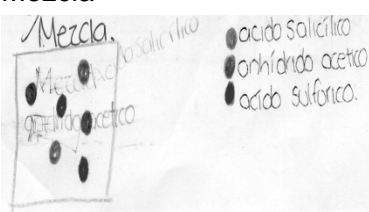
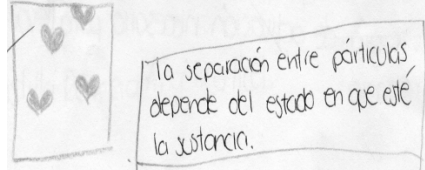
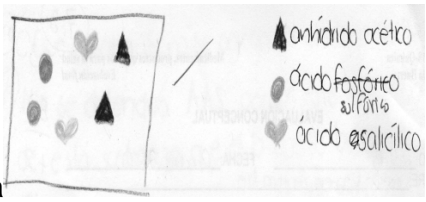
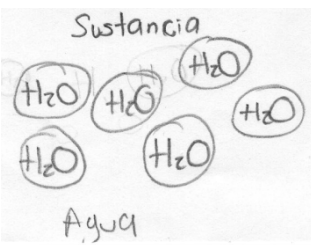
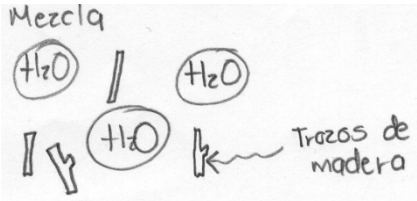
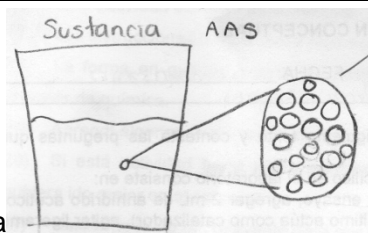
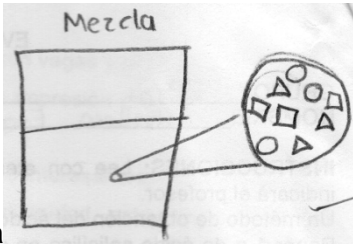
Alumno 1	Sustancias. Ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico, agua. Las tres primeras son mezclas.	Ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico son sustancias, cuando se unen todas éstas se forma una mezcla y después de que se aplica una energía de activación se lleva a cabo una reacción y se obtiene una sustancia nueva ácido acetilsalicílico.
Clasificación	Nivel 2	Nivel 2
Alumno 2	Sustancias. Ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico, agua, hielo. Mezclas. No hay.	Sustancias. Ácido acetilsalicílico, ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico, agua. Mezclas. No hay.
Clasificación	Nivel 0	Nivel 0

Durante el texto ¿se mencionaron elementos químicos? ¿cuáles? ¿Se mencionaron compuestos? ¿cuáles?

Alumno 1	Elementos. No Compuestos. Ácido acetilsalicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico, agua.	No se mencionaron elementos. Se mencionan compuestos y son, ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico y AAS.
Clasificación	Nivel 2	Nivel 2

Alumno 2	Elementos. No. Compuestos. Ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico, agua, hielo.	Elementos. No. Compuestos. Ácido acetilsalicílico, ácido salicílico, anhídrido acético, ácido sulfúrico, agua.
Clasificación	Nivel 0	Nivel 2

Haz un dibujo que represente cómo se verían a nivel submicroscópico una sustancia y una mezcla de las mencionadas en el texto.

Alumno 1	<p>Sustancia</p>  <p>Mezcla</p> 	<p>Sustancia</p>  <p>Mezcla</p> 
Clasificación	Nivel 3	Nivel 3
Alumno 2	<p>Sustancia</p>  <p>Mezcla</p> 	<p>Sustancia</p>  <p>Mezcla</p> 
Clasificación	Nivel 1	Nivel 3

En ambos ejemplos se observa un aprendizaje, aunque en el caso del alumno 1 no utilizó la teoría corpuscular aplicó su conocimiento para diferenciar entre mezclas y sustancias y al finalizar las actividades mostró un avance significativo en el aprendizaje. En el caso del alumno 2 utilizó la teoría corpuscular para definir sustancia y mezcla, aunque no logró aplicarlo;

por lo que, en la guía del profesor se sugiere tratar más el nivel macroscópico para después enlazarlo con el submicroscópico.

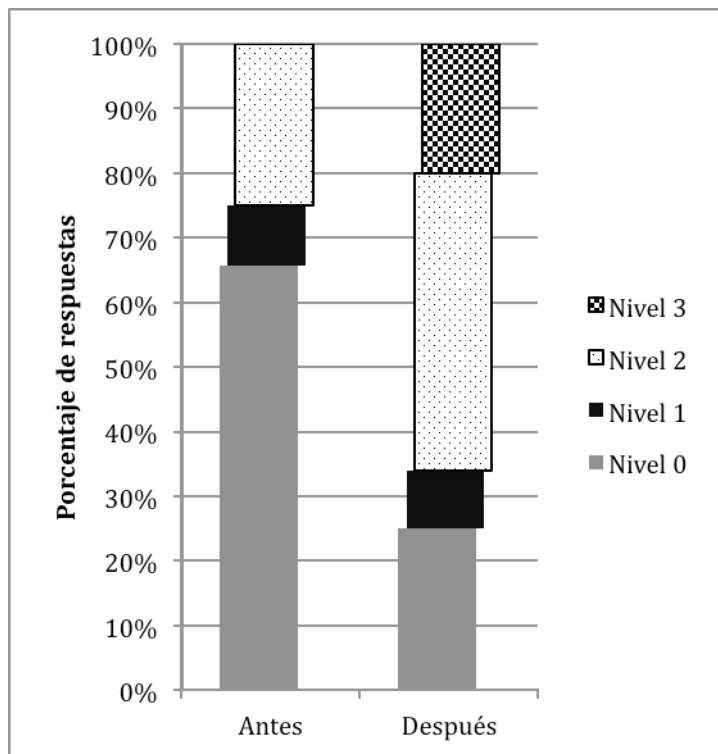
En los casos mostrados, y en la mayoría de los cuestionarios, las y los estudiantes lograron diferenciar entre compuestos y elementos además de definir alguno: *“Compuestos, sustancias cuyas moléculas están formadas de átomos de dos o más elementos”*.

Con los dibujos que representan mezclas y sustancias se observa que logran aplicar lo escrito sobre la diferencia entre sustancia y mezcla; sin embargo, es importante prestar atención en el tamaño.

En la figura 12.B se comprueba que hubo un avance significativo con relación a los niveles alcanzados, se pasó de un nivel promedio de 0.37 a un nivel promedio de 1.12; estos resultados no son los ideales, pero con el análisis anterior se observa que se aumentó el número de alumnos que responden correctamente y se disminuyó los que lo hacen de forma incorrecta. Considerando que las y los alumnos ya habían abordado el tema se creyó que un repaso sería suficiente, aunque al parecer era necesario más que eso; sin embargo, al tomarse en cuenta el programa, el tema mezcla-sustancia no podía ser el único abordado durante la UD.

En el tema **reacción química** (fig. 13. A) sucede algo similar en el caso de los resultados anteriores a la intervención con la UD, el 75% de las y los alumnos no contestó correctamente; en este caso, en el que se abordaron condiciones de reacción por primera vez, se esperaba que por lo menos pudieran responder correctamente 2 preguntas; después de la aplicación de la UD el 35% no comprendió el tema, la mitad pudo responder correctamente a nivel macroscópico y un 20% logró explicarlo utilizando la teoría corpuscular; por lo tanto, las actividades planteadas fueron útiles para enseñar el tema.

A) Porcentaje en cada nivel



B) Nivel promedio

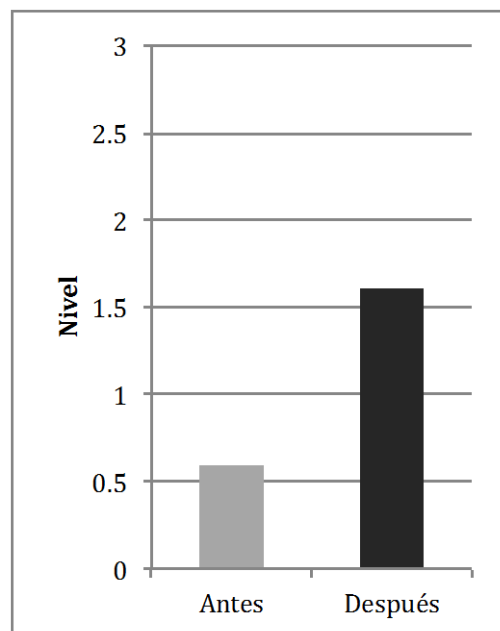


Figura 13. A) Resultados de los porcentajes de respuestas en cada nivel, antes y después de la aplicación de la UD. B) Resultados de los niveles alcanzados en las respuestas de las y los alumnos a los temas. Hubo diferencia significativa $p < 0.001$ de acuerdo con la prueba de Wilcoxon de los rangos con signo.

En el siguiente cuadro se muestran las respuestas de algunos de las y los alumnos y su clasificación a cada una de las preguntas relacionadas con el tema reacción química:

Antes	Después
-------	---------

En el experimento mencionado en el texto, 1) ¿sucedió alguna reacción química? ¿por qué? 2) ¿cuál es el producto de esa reacción química? 3) Utilizando diferentes figuras geométricas para simbolizar los reactivos y los productos ¿cómo representarías la reacción?

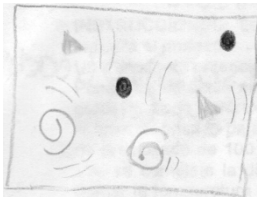
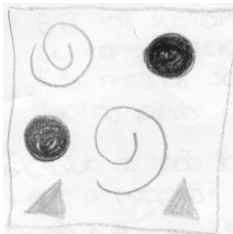
Alumno 1	<p>1) Sí, porque se formó una nueva sustancia con propiedades distintas a las iniciales.</p> <p>2) Ácido acetilsalicílico.</p>	<p>1) Sí, porque de dos sustancias diferentes se obtuvo una nueva con propiedades totalmente distintas a las iniciales.</p>
Clasificación	Nivel 2	Nivel 2
Alumno 2	<p>1) Sí, porque interactúan las sustancias para dar lugar a una nueva.</p> <p>2) Ácido acetilsalicílico.</p>	<p>1) Sí, porque se rompieron enlaces, para dar lugar a nuevos, acomodándose los átomos, formando una nueva sustancia.</p>
Clasificación	Nivel 2	Nivel 3

¿Qué pasaría si no se agrega el ácido sulfúrico? ¿por qué?

Alumno 1	No se llevaría a cabo la reacción porque es por así decirlo el propulsor para hacerlos interactuar.	La reacción tardaría más en llevarse a cabo, debido a que el catalizador ayuda solamente a llegar más rápido a la energía de activación necesaria para llevar a cabo la reacción.
Clasificación	Nivel 0	Nivel 2

Alumno 2	Nada, porque simplemente acelera la reacción, ya que es un catalizador.	Tardaría en suceder la reacción, pero no afectando al producto, ya que sólo es un catalizador y las características de éste son que acelera la reacción, no altera el producto. Es condición de reacción.
Clasificación	Nivel 0	Nivel 2

1) ¿Qué es lo que sucede con las sustancias cuando sumergimos el tubo de ensayo en el vaso de precipitado con agua caliente? 2) ¿Qué sucedería si se sumergiera en agua fría?

Alumno 1	<p>1) La sustancia pasaría a una mayor temperatura volviéndose gas (se evapora).</p> <p>2) Se condensaría la sustancia.</p>	<p>1) En el agua caliente las partículas tienen movimiento más rápido (energía cinética) por lo cual chocan más unas con otras llegando así más rápido a la reacción, formándose así los enlaces correspondientes.</p>  <p>2) Existe menor energía cinética, movimiento más lento entre las partículas por lo cual es más difícil que choquen con la adecuada rapidez (sería un proceso más lento). Y viendo que para llevar a cabo la reacción se necesita una temperatura de 50°C y esta se baja se podría detener la reacción.</p> 
Clasificación	Nivel 0	Nivel 3

Alumno 2	1) El movimiento de las moléculas aumenta con el calor o temperatura alta del agua, haciendo más rápida la reacción. 2) Tardaría la reacción.	1) La energía cinética de las partículas aumenta, haciendo que choquen y se lleve a cabo más rápido la reacción. 2) El movimiento de las partículas disminuye, cortando la reacción, ya que si las moléculas no están en contacto no hay reacción.
Clasificación	Nivel 1	Nivel 3

¿Qué pasaría si no se agrega el anhídrido acético? ¿por qué?

Alumno 1	Si no estaría no se formaría ácido acetilsalicílico porque sólo interactuarían en la reacción ácido salicílico + ácido sulfúrico que es catalizador.	No se obtendría AAS porque éste es un componente de esta sustancia que es la que se busca y para llevarse a cabo una reacción de síntesis es necesario tener dos o más reactivos. En este caso sólo tendríamos ácido salicílico (reactivo), ácido sulfúrico (catalizador) en cual no afecta la reacción sólo la agiliza.
Clasificación	Nivel 2	Nivel 2
Alumno 2	No pasaría nada porque no se formaría una nueva sustancia.	No se llevaría a cabo la reacción, ya que éste es un reactivo y si no hay uno de ellos no es posible que exista una nueva sustancia
Clasificación	Nivel 0	Nivel 2

Se observa en las respuestas un avance en el aprendizaje, aunque no el esperado, ya que no en todos los casos utilizan la teoría corpuscular (átomos y enlaces) para explicar el fenómeno, por lo tanto, en la guía del profesor se agregaron animaciones para aclarar, de forma general, lo que sucede a nivel submicroscópico en una reacción.

Con relación a las ecuaciones químicas, a pesar de que no se abordó el tema directamente, las y los alumnos lograron rescatarlo y dejaron de utilizar expresiones matemáticas como las sumas. En el caso del alumno 1 se observa que al representar la nueva sustancia lo hizo, al parecer, como si el producto fuera la mezcla de ambas sustancias, lo que no sucedió con el alumno 2 que siempre representa cada sustancia con figuras diferentes, lo cual se manejó en clase como si fueran moléculas diferentes.

En el caso de las condiciones de reacción las funciones del catalizador quedaron, aunque se esperaba que se mencionara la energía de activación, o sólo la energía, esto solamente se observó en el alumno 1, es decir, aunque en la Bitácora COL correspondiente (la cual se verá

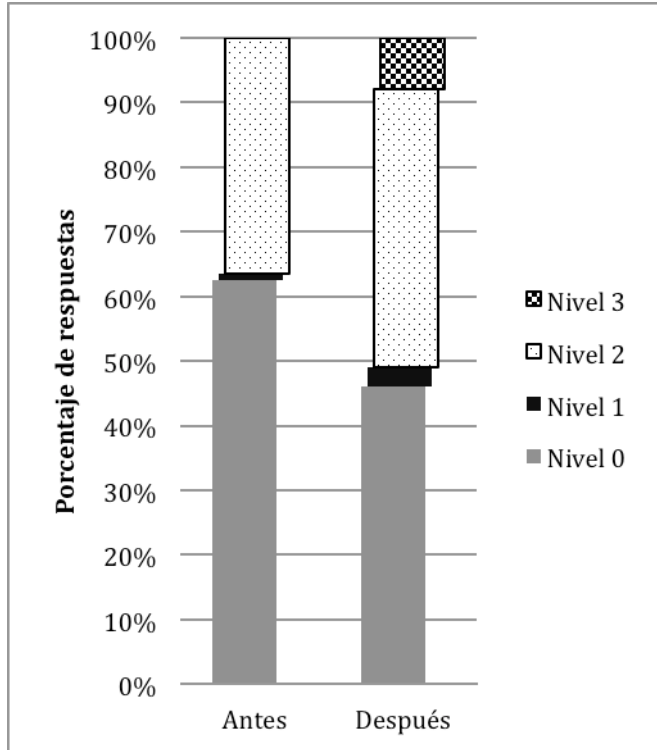
más adelante) la mayoría mencionó que el uso de las gráficas les ayudó a entender mejor las condiciones de reacción no hacen uso de esta información. Aunque en el caso de la temperatura sí mencionan la energía, pero no la energía de activación, y comprenden que las moléculas se mueven más rápido, no logran explicar claramente sus consecuencias.

Se esperaba que al mencionar los reactivos consideraran los átomos que éstos deben aportar al producto; sin embargo, las respuestas sólo se quedaron a nivel macroscópico, si no hay reactivo no hay producto.

En la figura 13.B se observa un aumento mayor en el promedio de los niveles alcanzados en las respuestas en comparación con el tema mezcla-sustancia, al pasar de 0.59 a 1.61, a pesar de que este tema había sido abordado en unidades anteriores en menores ocasiones que en el caso del tema mezcla-sustancia el nivel promedio inicial fue mayor. Esta diferencia es significativa, por lo que, se concluye que hubo un aumento en la comprensión del tema, además de que se logró que el 66% respondiera correctamente (fig. 13.A).

El último tema abordado por la unidad (no en orden), **estructura de la materia** (fig. 14.A), fue analizado en varias preguntas no específicas, en las que se esperaba que respondieran utilizando la teoría corpuscular. Como era de esperarse, al inicio de la aplicación ningún alumno logró responderlas a este nivel; al finalizar la unidad el 16% logró integrarla a sus respuestas, por lo que sólo este porcentaje de estudiantes comprendieron correctamente la teoría corpuscular; aunque no se habla específicamente de ella durante la unidad se dan los elementos para responder de acuerdo a ésta. Se observa que casi el 80% de las respuestas estuvieron mal al inicio; sin embargo, con esta UD este número se redujo considerablemente en un 33%.

A) Porcentaje en cada nivel



B) Nivel promedio

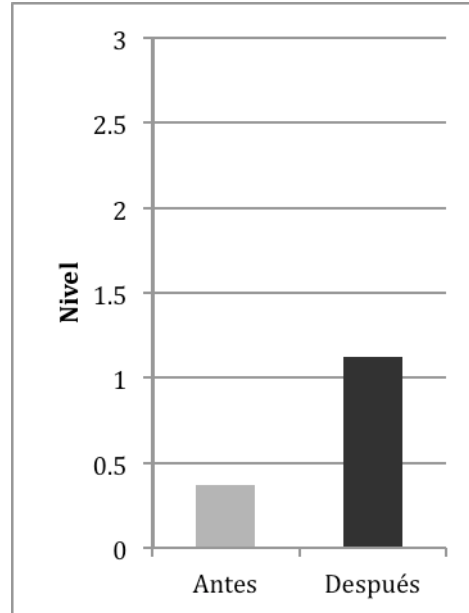


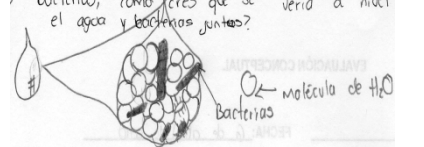
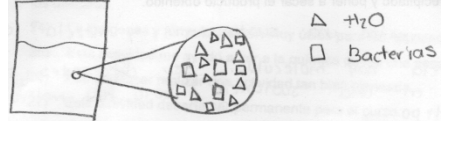
Figura 14. A) Resultados de los porcentajes de respuestas en cada nivel, antes y después de la aplicación de la UD. B) Resultados de los niveles alcanzados en las respuestas de las y los alumnos a los temas. Hubo diferencia significativa $p < 0.001$ de acuerdo con la prueba de Wilcoxon de los rangos con signo.

Para analizar las respuestas se deben considerar las preguntas indicadas para este tema, Estructura de la materia, la única que no se ha ejemplificado anteriormente es la siguiente:

Antes	Después
-------	---------

Suponiendo que el agua que se utilizó está contaminada con bacterias, dibuja cómo se verían (el agua y las bacterias juntas) a nivel submicroscópico.

Alumno 1		
Clasificación	Nivel 0	Nivel 0

<p>Alumno 2</p>		
<p>Clasificación</p>	<p>Nivel 0</p>	<p>Nivel 0</p>

Se observa que las y los alumnos pocas veces piensan en moléculas, átomos y enlaces para dar explicación a ciertos fenómenos ya que les es difícil enlazar el pensamiento macroscópico con el submicroscópico.

Está claro que aunque las y los alumnos repiten, porque se les enseñó durante el semestre anterior que toda la materia está hecha de átomos, esta idea no la pueden poner en práctica. Tal vez el cuestionario deba volver a ser modificado cambiando bacterias por células, de las cuales se habla durante la actividad 5.

En el caso de este tema la diferencia entre el nivel promedio inicial y el alcanzado es menor, de 0.73 a 1.13 (fig. 14.B) aunque existe diferencia significativa, es decir, hubo un aumento considerable en el nivel de las respuestas correspondientes a este tema.

En general se observa un aprendizaje por parte de las y los alumnos de los contenidos abordados durante las actividades, por lo tanto, otro de los objetivos de la unidad didáctica se cumple satisfactoriamente.

IV.2.1. Relación entre motivación y aprendizaje

Una vez analizados dos de los aspectos a promover con esta UD se desea conocer si existe relación entre el aumento en ambos. A continuación se muestran los coeficientes de correlación de la calificación con respecto de los componentes motivacionales. La tau-b de Kendall y la rho de Spearman describen correlaciones no lineales. Cuando $r > 0$, la correlación es directa (cuando una variable aumenta la otra también lo hace), cuando $r < 0$ la correlación es indirecta (cuando una variable aumenta la otra disminuye).

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre la calificación inicial y la motivación inicial y sus componentes. *Correlación estadísticamente diferente de 0, $P < 0.05$

	Calificación inicial	
	Kendall tau-b	Spearman rho
MI	0.154	0.184
ME	0.194	0.261
AE	0.202	0.265
AD	-0.073	-0.108
RAQ	0.196	0.266
ANS	-0.342*	-0.468*
Motivación	0.2	0.284

En este caso, se observa (Tabla 2) que las y los alumnos con mayor ansiedad fueron aquellos que obtuvieron menores calificaciones, es decir, existe una correlación indirecta entre ansiedad y la calificación inicial. Ningún otro componente motivacional estuvo correlacionado con la calificación inicial. Se esperaba, por lo tanto, que si la UD promovió la disminución de la ansiedad las calificaciones aumentarían, lo cual sucedió. Sin embargo, al analizar la correlación entre la calificación final y la motivación y sus componentes se observa que no sólo fue relevante la ansiedad para el aumento de las calificaciones (Tabla 3), sino también lo fue el que las actividades hayan promovido el aumento significativo de la motivación, lo que permitió el aumento de las calificaciones. Por lo tanto, el promover la MI, la AE, la RAQ y el disminuir la ANS está ligado con el aprendizaje.

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre la calificación inicial y la motivación inicial y sus componentes. *Correlación estadísticamente diferente de 0, $P < 0.05$. ** Correlación estadísticamente diferente de 0, $P < 0.01$

	Calificación final	
	Kendall tau-b	Spearman rho
MI	0.367*	0.517**
ME	0.229	0.322
AE	0.480**	0.639**
AD	0.226	0.297
RAQ	0.406**	0.538**
ANS	-0.318*	-0.405*
Motivación	0.532**	0.688**

De todos los componentes, en el que se observa una mayor correlación es en la AE, es decir, las y los alumnos que tienen una mayor AE sacaron mayores calificaciones en la evaluación conceptual, concordando con lo reportado por Zusho *et al.* (2003) quienes mencionan que la AE está íntimamente ligada con los procesos cognitivos y el aprendizaje.

Se concluye así que las y los alumnos con mayor motivación son aquellos que aprovechan más las actividades y su aprendizaje se ve favorecido.

IV.3. Análisis de las actividades

Para evaluar cada una de las actividades se analizaron los cuestionarios post-actividad, se revisaron las bitácoras COL y los trabajos realizados por las y los alumnos en clase.

El **cuestionario post-actividad** consistió de 27 enunciados preguntando a las y los estudiantes acerca de la actividad en términos de la relevancia del contenido, atención del estudiante, confianza del estudiante y satisfacción del estudiante.

Las y los alumnos respondieron de la A a la E; sin embargo, para poder analizar los datos se cambiaron las letras por números del 1 al 5, donde 1 es falso (A), 2 poco verdadero (B),

3 moderadamente verdadero (C), 4 mayormente verdadero (D) y 5 totalmente verdadero (E). El valor más alto que se podía obtener era de 135 puntos, lo que en términos generales, significaba que la actividad era bien percibida por las y los estudiantes; por el contrario, el valor más bajo, 27 puntos, significaba que la actividad carecía de sentido para ellos.

La **Bitácora COL** fue llenada al finalizar cada clase respondiendo a las preguntas: ¿Qué hice?, ¿Qué sentí? y ¿Qué aprendí?

Al ser una unidad didáctica integrada por varias actividades se hizo indispensable revisar cada una de ellas de acuerdo a la percepción de las y los estudiantes y del profesor para mejorarlas y hacer la unidad más útil.

IV.3.1. Análisis Actividad 1. Introducción

A) Cuestionario post-actividad

Al determinar qué aspectos promueve la actividad (AEst, AE, SE y RC), se observa (fig. 15) que el aspecto más promovido fue el de la satisfacción del estudiante, seguido por la relevancia del contenido, es decir, al finalizar la actividad sintieron satisfacción por el resultado de su trabajo y consideraron que lo visto durante la actividad era relevante o importante de acuerdo a sus intereses.

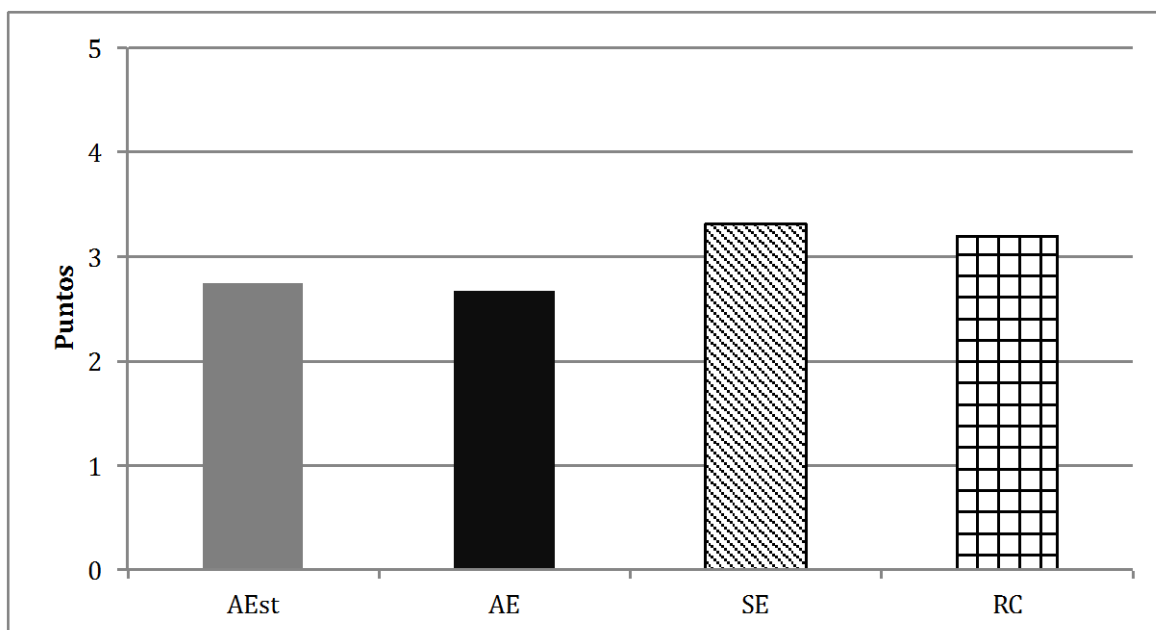


Figura 15. Promedio de puntos obtenidos para cada aspecto evaluado en el cuestionario post-actividad 1.

B) Bitácora COL

De acuerdo a los comentarios de las y los alumnos, ejemplos día 1 y 2, se concluye que lograron rescatar la idea de la importancia de la química en los medicamentos de la primer lectura “La química en la salud” y de su investigación sobre cómo curarse el dolor de cabeza sin medicamentos; aunque es de la segunda lectura “El mundo de los medicamentos” de la que rescatan más ideas (conceptos), además de que la mayoría de las subactividades tuvieron el objetivo de aclarar palabras relacionadas con medicamentos, por lo que la primer lectura se resumió y esta versión se encuentra en la guía para el profesor (Anexo VII), de esta forma se da más tiempo a la reflexión y a los comentarios.

Ejemplo Bitácora COL día 1

¿Qué pasó? Primero leímos una lectura del papel de la química en la fabricación de productos que ayudan a la salud humana, luego comenzamos a llenar una tabla con los conceptos de medicamentos [...] con lo que sabíamos y con un comercial [...]

¿Qué sentí? Sentí mucho interés en cómo hacen los químicos para sintetizar las moléculas o principio activo y también de dónde la sintetiza, además de curiosidad por conocer qué excipientes utilizan. También sentí asombro porque aunque existen muchos medicamentos aún los químicos, físicos, biólogos, etc. trabajan por obtener más.

¿Qué aprendí? Que para hacer los medicamentos participan muchas ciencias y que es un proceso complejo. Aprendí los conceptos de Medicamentos [...] Son conceptos diferentes que ahora me quedaron claros. Aprendí también que el excipiente es la “fórmula secreta” de los medicamentos.

Ejemplo Bitácora COL Día 2

¿Qué pasó? Hicimos un análisis, por así llamarlo, de nuestros mapas mentales, así de todo el equipo, después hicimos uno por equipo. Después de analizar todos y según nosotros de lo que era importante para nosotros acerca del tema.

¿Cómo me sentí? Me sentí bien, la clase estuvo amena, porque en el equipo pudimos analizar, y decir si alguien estaba mal, o si falta algo en el mapa de cada quien.

¿Qué aprendí? Aprendí que el mundo de los medicamentos es algo muy lindo de aprender, lo del excipiente [...]

La investigación que tuvieron que hacer las y los alumnos preguntando a sus padres o familiares sobre cómo curarse el dolor de cabeza sin medicamentos permitió la participación de la mayoría, ya que no había respuestas malas o buenas y se sentían con mayor confianza de participar.

En el caso del comercial (la primer columna a llenar del cuadro “conceptos medicamentos” era comercial, las y los alumnos observaban un spot sobre medicamentos genéricos y llenaban los conceptos) a muchos alumnos les provocó confusión, por lo que se decidió cambiar la columna, y en lugar de escribir de acuerdo al comercial escribirán la idea que tienen, por lo que la primer columna se llamará “al principio” y no se transmitirá el comercial. De las subactividades, el pesar las tabletas y no saber por qué las tabletas pesaban más que la cantidad de principio activo especificada en el empaque los motivó a averiguar y saber más acerca de medicamentos.

El realizar en la actividad un mapa mental de la lectura “El mundo de los medicamentos”, primero de forma individual, luego por equipo y luego compartirlo con el resto del grupo, resultó satisfactorio para las y los alumnos, ya que la mayoría logró aclarar conceptos con la ayuda de sus compañeros y externaron sus ideas para que fueran tomadas en cuenta.

En general a la mayoría de las y los alumnos les pareció interesante la actividad, concordando con lo observado en los resultados del cuestionario post-actividad (fig. 15).

C) Reporte de actividades

Subactividad 1.1. Curarse sin medicamentos y con química. Algunas de las opciones averiguadas por las y los alumnos fueron las siguientes:

Dormir, tomar agua, comer, respirar profundamente, chiqueadores² de hojas de ruda y cáscaras de papa, té de tila, sandía fría, café negro, yoga.

Al subrayar las que estuvieran relacionadas con la administración de sustancias-mezclas (por ejemplo, tomar agua, chiqueadores de hojas de ruda y cáscaras de papa, té de tila, etc.), las y los alumnos lograron deducir a qué se referían y con ayuda de la lectura “La química en la salud” lograron enlazar el uso de conocimientos químicos para aprovechar dichas sustancias.

Subactividad 1.2. Definición de términos. De forma general se observó el avance en la comprensión de los conceptos analizados; cuando revisaron los empaques de medicamentos la mayoría colocó ejemplos en lugar de las definiciones, algo similar sucedió al pesar las tabletas,

² Objetos que se pegan en las sienes.

por lo que es importante hacer la aclaración al momento de llenar la tabla. A continuación se muestra un fragmento de la tabla de un equipo:

Concepto	Comercial	Empaques	Tabletas	Lectura
Excipiente	-----	Fecha de caducidad del medicamento	La cantidad del medicamento que no es el principio activo	Ingredientes para el buen funcionamiento del medicamento

La tabla y el mapa mental sirvieron para aclarar los conceptos relacionados con el contexto de la unidad, medicamentos. Con relación al mapa mental, a continuación se muestra el trabajo de un equipo como ejemplo (fig. 16), hay que recordar que ese mapa fue realizado a partir de los trabajos individuales.

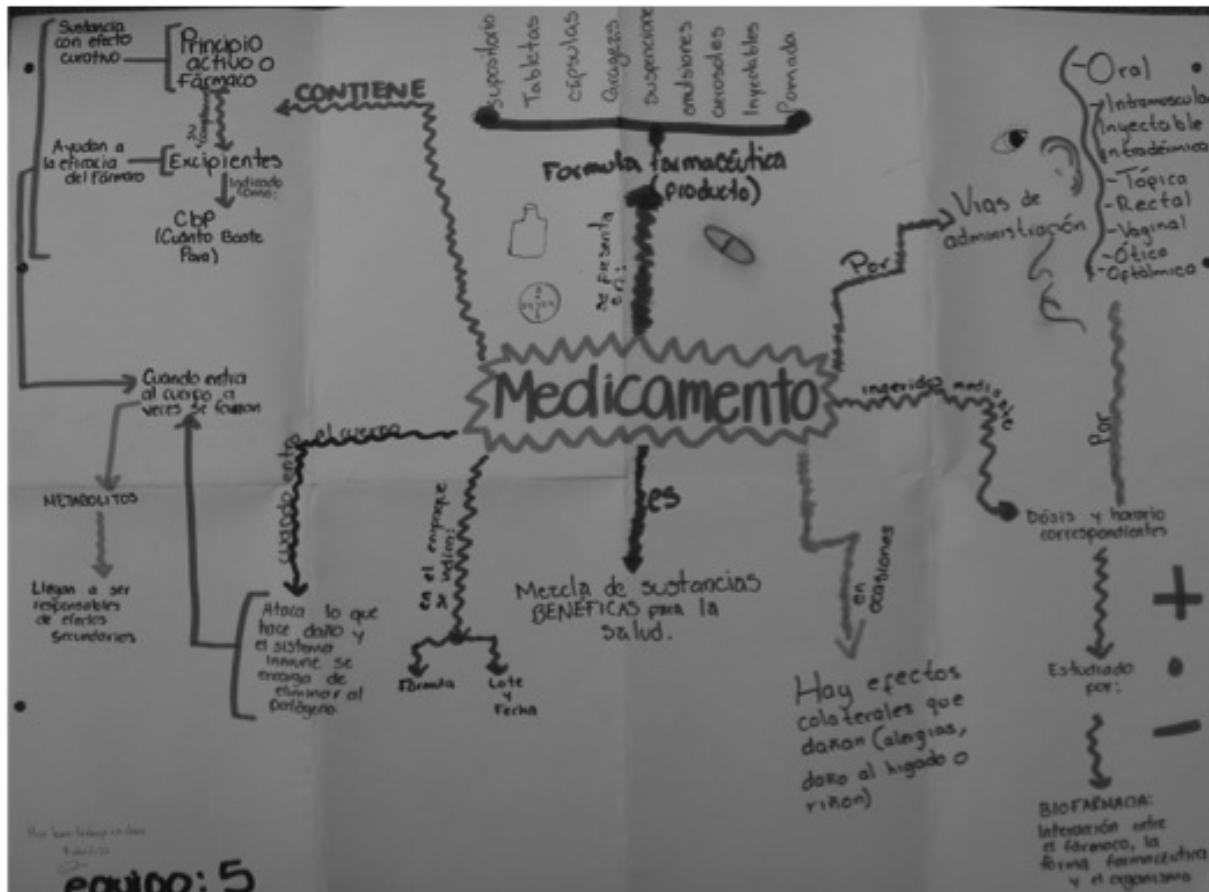


Figura 16. Mapa mental realizado por un equipo a partir de la lectura “El mundo de los medicamentos”.

Con lo realizado durante esta actividad las y los alumnos comprendieron muchos conceptos relacionados con medicamentos y que serán de utilidad durante las siguientes actividades, principalmente la 2 y la 5.

IV.3.2. Análisis actividad 2. Elaboración de tabletas de aspirina

A) Cuestionario post-actividad

Para conocer qué aspectos promueve esta actividad (AEst, AE, SE y RC), se observó (fig. 17) que lo que más se promovió fue que las y los alumnos se sintieran satisfechos con lo realizado durante la actividad, seguido de la relevancia del contenido. La autoeficacia y la atención del estudiante fueron los aspectos menos promovidos por la actividad, es decir, no todos lograron enfocarse en las tareas ni sintieron que podían realizarlas adecuadamente.

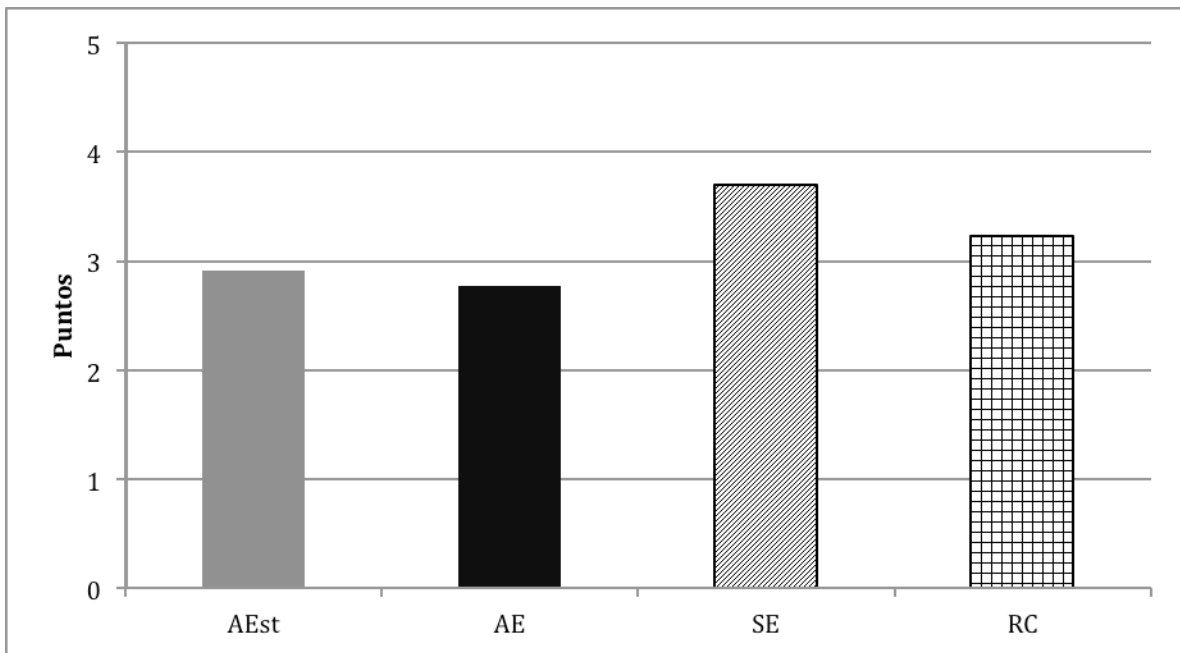


Figura 17. Promedio de puntos obtenidos para cada aspecto evaluado en el cuestionario post-actividad 2.

B) Bitácora COL

Considerando los ejemplos de bitácoras COL, mencionado a continuación, se observó que en el caso de la subactividad 2.2. Síntesis del principio activo (ejemplo día 6) a las y los alumnos les gustó mucho esta práctica: *“Fue creo que la mejor práctica que he hecho, pues es muy interesante y el resultado me gustó mucho”*, a algunos alumnos les provocó estrés por no saber si la síntesis que habían investigado estaba bien; sin embargo, con el paso del tiempo se sintieron más seguros y emocionados. Se recomienda que la actividad comience inmediatamente al iniciar la clase, ya que hay que esperar a que se complete la reacción entre 30 min y 60 min, dependiendo de lo investigado por las y los alumnos, durante ese tiempo se recomienda hacer las aclaraciones necesarias, como lo que entienden por reacción química y lo que sucederá durante el experimento. Además la filtración al vacío es tardada, en este caso no se completó, es decir, las dos horas de clase fueron insuficientes, por lo que es necesario aprovechar los tiempos de espera.

Lo que más les agradó de la caracterización fue darse cuenta de que habían cumplido con el objetivo de sintetizar AAS, se sintieron muy satisfechos al observar el parecido con el AAS del laboratorio.

El tableteado, en algunos casos, no pudo llevarse a cabo satisfactoriamente ya que el instrumento utilizado no permitía ejercer la presión necesaria, por lo que, en la “guía para el profesor” esto fue modificado utilizando solamente una y no dos jeringas. Quienes no lograron obtener todas sus tabletas se sintieron decepcionados, y aunque se dieron cuenta del proceso, y eso les agradó, deseaban tener el producto terminado. Una de las ventajas de este problema y de los demás presentados, como la falta de suficiente principio activo, fue que buscaron la forma de solucionarlo, por ejemplo, en el problema del tableteado decidieron hacer cápsulas.

En general la actividad fue bien aceptada por las y los alumnos y cumplió con sus objetivos, lo cual concuerda con lo obtenido con los resultados del cuestionario post-actividad.

Ejemplo Bitácora COL día 3.

En este caso sólo se considera lo que está relacionado con esta actividad, ya que durante esta clase se abarcó la subactividad 2.1 y la actividad 3.

¿Qué pasó? Hoy en la clase sucedió que estuvimos viendo como íbamos a realizar las tabletas por equipos ya que esto es un porcentaje muy alto de la calificación final y el proyecto se ve súper interesante para realizarlos.

Ejemplo Bitácora COL día 6

¿Qué pasó? Comenzamos la síntesis del ácido acetilsalicílico la cual debimos haber investigado, una vez terminada la reacción en la cual utilizamos: agua, ácido salicílico, anhídrido acético y ácido fosfórico. Después de 45 min en que terminó la reacción la colocamos en papel filtro obteniendo cristales de ácido acetilsalicílico, dejando por último en una bomba de vacío.

¿Qué sentí? Me sentí bien porque fue una actividad interesante el saber que procesos tan sencillos pueden sintetizar el AAS. Aunque con otros medicamentos no creo que sea tan fácil. También sentí curiosidad por saber que sigue, después de obtener al AAS necesitaremos un excipiente para obtener el medicamento.

¿Qué aprendí? Que la síntesis del AAS es muy fácil, pero que hay que poner atención en las condiciones que usamos de los reactivos y seguir el proceso tal cual. Que en una reacción química se rompen enlaces y se forman otros.

Ejemplo Bitácora COL día 9

¿Qué pasó? Comenzamos a checar las propiedades de nuestra sustancia obtenida, comparándolas con las del AAS. Después volvimos a pesar nuestro AAS e intentamos tabletear.

¿Cómo me sentí? Me gustó mucho la práctica y conocer cómo se tabletea y ver que nuestro AAS estaba sólo un poco impuro y se distinguían muy bien los cristales.

¿Qué aprendí? El procedimiento para tabletear AAS así como las características que debe tener, como punto de fusión, solubilidad, color, etc.

Ejemplo Bitácora COL día 11

Durante esta sesión se realizó la conclusión de esta actividad y parte de la actividad 6, por lo tanto, a continuación sólo se muestran fragmentos correspondientes a esta subactividad.

¿Qué pasó? Hoy presentamos nuestro proyecto final, cada equipo hizo su cartel explicando paso a paso todos los procedimientos que se siguieron para poder obtener nuestro medicamento. Así mismo, cada equipo hizo su propaganda para promocionar su producto, esto tenía que ser divertido y original.

¿Qué sentí? Hoy me sentí bien a la hora de exponer nuestro proyecto final, ya que finaliza una etapa y un proyecto muy importante, y al presentar nuestro producto ante nuestros compañeros

se sintió muy bien saber que habíamos hecho un buen trabajo y lo terminamos satisfactoriamente.

C) Reporte de actividades

Subactividad 2.1. Explicación de la actividad. En este caso, el profesor únicamente explica y aclara dudas sobre el trabajo que se deberá realizar; para optimizar el tiempo se recomienda entregar en una hoja por equipo las características del trabajo y la evaluación.

Subactividad 2.2. Síntesis del principio activo (ácido acetilsalicílico). Fue una actividad bastante esperada por las y los alumnos, ya que, como se observó en la figura 2, el *realizar investigaciones sobre temas interesantes y hacer muchos más experimentos* es lo que más los motiva del aspecto metodológica.

Ejemplo de la síntesis averiguada y utilizada para obtener el principio activo.

Se pesan 2.5 g de ácido salicílico en un vidrio de reloj, trasasándolo posteriormente a un vaso de 100 mL. Con cuidado se adicionan 10 mL de anhídrido acético y posteriormente 2 mL de ácido fosfórico al 85%. La mezcla se agita con lo cual la temperatura se eleva (reacción exotérmica) y todo el ácido salicílico se disuelve. Transcurridos aproximadamente 30 min la disolución se habrá enfriado a temperatura ambiente, se añaden 50 mL de agua helada en varias alícuotas, se agita bien y se mantiene sobre hielo picado; el contenido será una masa sólida de cristales de aspirina y los cristales se recogen por filtración a vacío. Pesar la cantidad de ácido acetilsalicílico obtenido después del proceso de secado.

<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/quimica-ii/practicas-1/PR-F-006.pdf>

Ingeniería Química

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Fecha de consulta: 7-abril-2010

Durante el desarrollo de esta actividad se presentaron los siguientes problemas:

- La reacción despiden muchos gases irritantes, por lo que, al no tener la instalación necesaria en el laboratorio escolar, como campanas de extracción, se recomienda que la reacción se lleve a cabo cerca de ventanas o puertas.

- No todos los equipos terminan al mismo tiempo la síntesis, por lo que al filtrar utilizando el plato de filtración, quienes terminan primero deben esperar a los últimos, por lo tanto, se recomienda filtrar con la ayuda de un embudo Buchner, así quienes terminen primero podrán filtrar, sin necesidad de esperar a los demás..

Subactividad 2.3. Caracterización del AAS. Al realizar la caracterización se les entregó una hoja de la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos con las características del AAS; sin embargo, al mencionarles qué era esta publicación, no se mostraron interesados, por lo tanto, se decidió sólo mencionarles las características.

Cada equipo tomó la decisión de cómo presentar sus resultados, todos decidieron usar una tabla, la siguiente es el ejemplo de un equipo:

Característica	Teórico	Práctico	Cumple
Color	Blanco cristalino	Blanco cristalino	✓
Solubilidad en alcohol	Fácil solubilidad	Se disolvió todo	✓
Solubilidad en agua	Ligeramente soluble	Poco soluble en agua	✓
Punto de fusión	135°C-137°C	125°C	✗ con impurezas

Rendimiento 56%

Subactividad 2.4. Elaboración de la forma farmacéutica (tabletas). Como ya se mencionó en el apartado anterior, algunos equipos tuvieron problemas al momento de tabletear, por lo que se modificó el instrumento para llevar a cabo esta acción en la “guía para el profesor”. Algunos equipos resolvieron el problema produciendo cápsulas, lo cual demuestra el interés por terminar el producto por parte de las y los alumnos.

Subactividad 2.5. Acondicionamiento. Lamentablemente, el grupo estuvo muy inquieto durante la sesión en la cual se debían realizar las subactividades 2.3, 2.4 y 2.5, por lo que el

acondicionamiento lo tuvieron que realizar en casa. Algunos utilizaron blister y otros frasco (Fig. 18).



Figura 18. Ejemplo de empaque diseñado por un equipo del medicamento producido por ellos mismos.

Subactividad 2.6. Conclusión. Al momento de presentar su producto final todos se mantuvieron atentos y quienes presentaban se mostraron entusiasmados (fig. 19).



Figura 19. Fotografía tomada mientras un equipo presentaba su producto. Al fondo se observan los demás trabajos del grupo.

A continuación se muestra un ejemplo del cartel que los alumno diseñaron para presentar el proceso por el cual obtuvieron su medicamento (fig. 20). El cartel debía contener, síntesis del

Lo que a continuación se muestra (fig. 21) es el ejemplo de la propaganda utilizada por un equipo para promocionar su medicamento.

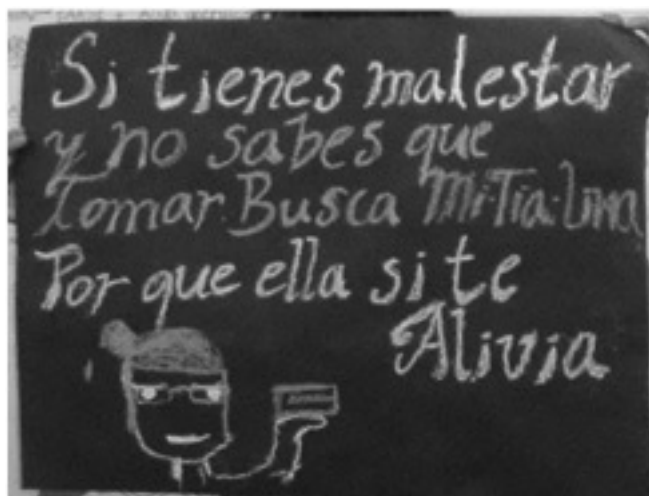


Figura 21. Propaganda del medicamento Mi-tia-lina (Ácido acetilsalicílico).

En su trabajo final, en el que reportaron las diversas tareas llevadas a cabo para producir un medicamento, debían incluir una reflexión acerca del trabajo, ejemplo:

“Una vez terminado nuestro proyecto, en el equipo todos estuvimos de acuerdo en que fue una experiencia muy linda, ya que nunca habíamos hecho algo parecido y nos dimos cuenta de que es muy importante seguir paso a paso las indicaciones para que todo salga como se desea, es necesario tener la convicción de hacer las cosas y de que, aunque a veces salga mal no hay que rendirse, siempre hay que seguir intentando hasta conseguir lo deseado. Una vez teniendo nuestro producto terminado, nos hemos dado cuenta de que aunque no fue nada fácil y aunque había ocasiones en las que sinceramente ya estábamos a punto de tirar la toalla, nunca nos rendimos, sino que al contrario, lo seguimos intentando hasta que lo conseguimos y la verdad es que todos estamos orgullosos de lo que hemos logrado trabajando como equipo y aprendiendo a hacerlo ordenadamente y con todas las ganas de que nos saliera bien.”

Hubo equipos que incluyeron introducción o glosarios, por ejemplo, se muestran fragmentos:

“La aspirina se usa comúnmente para aliviar el dolor principalmente, pero ¿Sabes de dónde proviene?

Ya en el siglo V a.C. el célebre médico griego Hipócrates recomendaba la corteza de sauce (fuente natural de la aspirina) como remedio para el dolor [...]

¿Por qué la llamamos medicamento?

Un medicamento es una sustancia o mezcla de sustancias naturales o sintéticas que se identifican por su efecto terapéutico. La aspirina es considerada de esta forma porque como todos sabemos nos alivia de dolores leves o moderados y fiebre.

¿A qué llamamos mezcla y a qué sustancia?

Una sustancia es un conjunto de moléculas iguales. La mezcla es un conjunto de dos o más sustancias, las cuales no pierden sus propiedades químicas. La mezcla que componen a los medicamentos es la del principio activo mas el excipiente.

Pero ¿qué es el principio activo y excipiente?

El principio activo es la sustancia responsable del efecto curativo, capaz de dañar al agente agresor. Los excipientes son componentes que permiten la eficacia de éste. Varía en cada medicamento así como el laboratorio que lo produce. Se podría decir que es la 'receta secreta'. [...]"

Lo anterior evidencía que el objetivo de integrar diversos temas y conceptos se cumple, ya que al realizar la actividad las y los alumnos deben considerar lo visto en demás actividades. Por lo tanto, es una buena opción considerar la actividad 2 como eje integrador de la UD.

IV.3.3. Análisis actividad 3. Sustancia y mezcla

A) Cuestionario post-actividad

En la figura 22 se observa que, al igual que en las actividades anteriores, los aspectos que principalmente promueve son satisfacción del estudiante y relevancia del contenido.

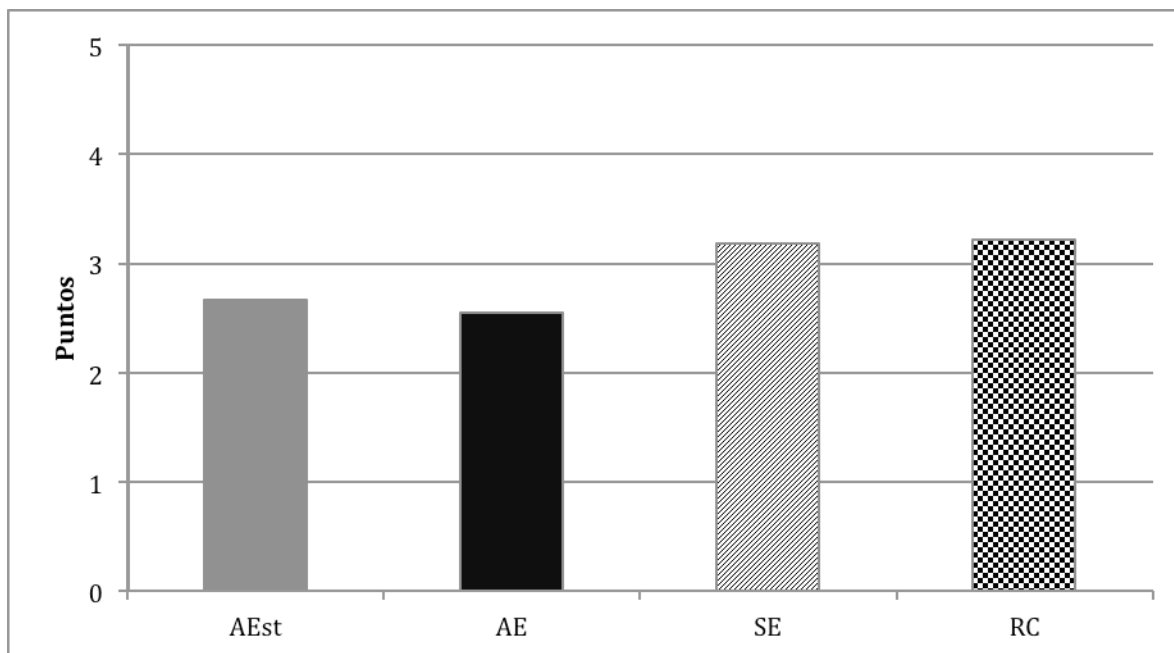


Figura 22. Promedio de puntos obtenidos para cada aspecto evaluado en el cuestionario post-actividad 3.

B) Bitácora COL

Con lo expresado por las y los alumnos, ejemplos bitácoras día 3 y 4, se notó que la actividad, aunque al principio les costó entenderla, les gustó y les pareció interesante, por lo que se sugiere dar más tiempo a la explicación. También se optó por reducir el número de ejercicios, pues considerando algunos de los comentarios expresados en las bitácoras COL (hubo quienes mencionaron que lo de los dibujos se les hizo divertido y otros que se les hizo tedioso) y los resultados del análisis didáctico (fig. 2) donde se observa que no a todos las y los alumnos les gusta dibujar, se cree que el trabajar con menos sustancias para que modelen su estructura es una buena solución. En el caso de las mezclas que tuvieron que preparar y compartir les pareció divertido, es una buena forma de introducir a las mezclas homogéneas y heterogéneas a nivel macroscópico y, al disolverlas, imaginar el nivel submicroscópico. Al llegar a la actividad 3.2 el tiempo fue limitado, por lo que sólo clasificaron un medicamento.

Ejemplo Bitácora COL día 3

¿Qué pasó? Estuvimos trabajando con ciertas sustancias que nos dio la maestra, de las cuales teníamos que tratar de imaginarnos su vista nivel submicroscópico y dibujarlo.

¿Qué sentí? Creo que la clase estuvo muy interesante, la actividad de tratar de imaginar cómo estarían acomodadas las moléculas de ciertas sustancias a nivel submicroscópico fue muy entretenida. También tratamos de reconocer qué sustancias tenían unas mezclas y eso fue más interesante aún, ya que teníamos que tratar de reconocer las sustancias una por una.

¿Qué aprendí? Hoy al momentos de estar hablando de las sustancias, que en un sólido las moléculas están muy juntas y es por eso que no se pueden compactar, pero en los medios líquidos y gaseosos las moléculas tienen el espacio para fluir, ya que no están muy juntas entre sí.

Ejemplo Bitácora COL día 4

Al inicio de esta sesión se concluyó con la actividad por lo que sólo se muestran fragmentos de la bitácora que corresponde a la actividad.

¿Qué pasó? Realizamos una práctica con la cual imaginamos cómo son las mezclas y sustancias mediante modelos submicroscópicamente en las cuales observamos cómo se encontraban las moléculas en sólido y el líquido.

¿Qué aprendí? Sustancias, conjunto de moléculas iguales, elementales o compuesto. Mezcla, conjunto de 2 o mas sustancias las cuales no pierden sus propiedades químicas, pueden ser distintas.

C) Reporte de actividades

Subactividad 3.1. Diferenciando mezclas de sustancias a nivel submicroscópico. Para modelar el nivel submicroscópico de las sustancias problema se les mostró a las y los alumnos las fórmulas de cada una, pero debido a la complejidad y al ser un tema no abordado, se optó por manejar figuras para representar a las partículas (molécula o celda unitaria) de cada sustancia. A continuación se muestran ejemplos de lo realizado por las y los alumnos para el caso de sustancias (fig. 23). Originalmente esta tarea se realizaba en un rotafolio, aunque se decidió cambiarlo a realizarla en una hoja debido a que sólo retrasó a las y los alumnos por el tamaño.



Figura 23. Dibujo de las y los alumnos para representar una sustancia NaCl, un cuadrado representaba una celda unitaria.

Al definir sustancia y mezcla por parte de los equipos se obtuvo lo siguiente:

Sustancias. Es un conjunto de átomos que forman moléculas y éstas son elementales H_2 o compuestas H_2O y éstas deben ser iguales.

Mezclas. Unión de dos o más sustancias que conservan sus propiedades químicas. Moléculas diferentes.

En la "guía para el profesor" se incluyeron ejemplos para que las y los alumnos clasifiquen en sustancia y mezcla, homogénea y heterogénea.

Subactividad 3.2. Análisis de medicamentos. En este caso, por la falta de tiempo, se decidió reducir la cantidad de ejercicios. Los equipos sólo clasificaron dos medicamentos en mezclas homogéneas y heterogéneas. Al finalizar estas actividades es importante abordar los conceptos de sustancia y mezcla para evitar confusiones con el tema reacción química.

IV.3.4. Análisis actividad 4. Reacción química y condiciones de reacción utilizando la teoría corpuscular

A) Cuestionario post-actividad

En la figura 24 se observa que de los 4 aspectos evaluados (AEst, AE, SE y RC) los que más promueve esta actividad son satisfacción del estudiante y relevancia el contenido, similar a las actividades anteriores; sin embargo, en este caso la diferencia observada entre estos 2 aspectos y la atención del estudiante y la autoeficacia es menor.

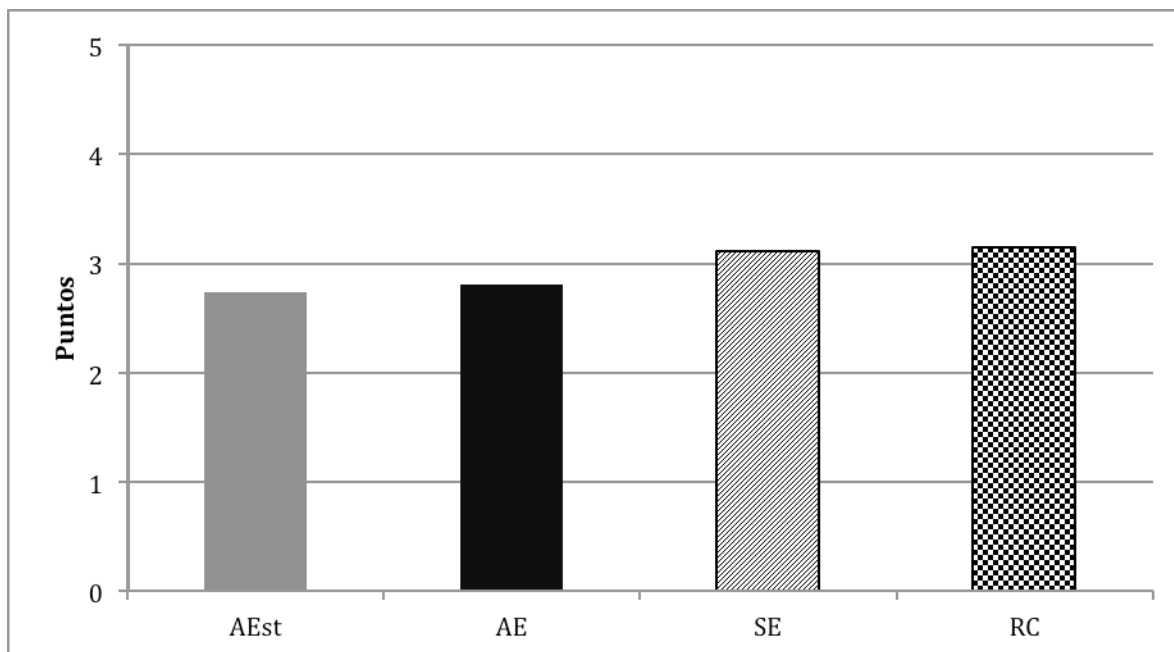


Figura 24. Promedio de puntos obtenidos para cada aspecto evaluado en el cuestionario post-actividad 4.

B) Bitácora COL

La actividad en general fue satisfactoria ya que cumplió con sus objetivos, aunque en algunas subactividades como con la de los imanes las y los alumnos estaban muy distraídos al inicio y fue difícil que empezaran a trabajar y entendieran las indicaciones a la primera; de acuerdo a lo expresado por ellos, a continuación se muestran ejemplos, el uso de demostraciones y gráficas les permiten aclarar conceptos.

Ejemplo Bitácora COL día 4

¿Qué pasó? Pusimos en una jeringa agua y en otra aceite y las pusimos en un conector y las pesamos, después las mezclamos y las volvimos a pesar y nos daba el mismo resultado; después hicimos lo mismo pero ahora con otros dos reactivos lo pesamos, lo mezclamos,

volvimos a pesar y nos resultaba lo mismo y por último jugamos con los clips para ver cuales habían formado la nueva sustancia.

¿Qué sentí? La verdad la mayoría del tiempo me sentí confundida ya que los conceptos no estaban tan claros pero después al ver ejemplos pude comprender mejor.

¿Qué aprendí? Pues me quedó más claro el concepto de reacción química, mezcla y sustancia, y aprendí cómo es que se forma una reacción química.

Ejemplo Bitácora COL día 5

¿Qué pasó? Como sólo tuvimos una hora la maestra nos hizo 2 preguntas ¿Qué es una reacción química? y ¿Qué son las condiciones de reacción? y ahí sacamos un concepto más preciso.

¿Qué sentí? Bien pues voy entendiendo mejor los conceptos y la relación entre las sustancias.

¿Qué aprendí? Las condiciones de una reacción química y qué es una reacción química.

Ejemplo Bitácora COL día 7

¿Qué pasó? Terminamos de definir que es reacción química y empezamos con condiciones de reacción, la maestra explicó que éstas intervienen para que se lleve a cabo la reacción y que los catalizadores son una condición de reacción. La maestra realizó experimentos para explicar esto y ver como sólo acelera la reacción pero no interviene en ella. La verdad aprendí mucho y me gustó.

¿Qué sentí? Al principio no entendía nada, pues no tenía muchas ganas de trabajar porque estaba preocupada por otro examen, pero mientras pasaba la clase me empezó a gustar y a llamar la atención, me gustó por los experimentos, y a la vez me sorprendió.

¿Qué aprendí? Aprendí de los catalizadores que hay mucho y son específicos para las reacciones, que las condiciones de reacción son muy importantes y qué es una reacción química.

Ejemplo Bitácora COL día 8

¿Qué pasó? Hicimos unas gráficas en las cuales identificamos la reacción endotérmica y exotérmica y pudimos observar la diferencia de usar catalizador.

¿Qué sentí? Pues me sentí bien ya que pude aprender cosas nuevas las cuales pude relacionar con mi proyecto, el de preparar AAS.

¿Qué aprendí? Que al hacer una reacción exotérmica liberamos energía y si usamos catalizador utiliza menor energía de activación y se va por distintos caminos para llegar al mismo producto; y la reacción endotérmica absorbe energía pasando por el mismo proceso.

Se consideró que para poder aprovechar mejor la actividad sería conveniente reorganizarla, por lo tanto, primero, escribirán sus definiciones (lo realizado durante el día 5), se llevará a cabo la actividad de las jeringas pero como demostración experimental (la cual se sugiere a las y los alumnos grabar con ayuda del celular) y no por equipo, ya que al ser sustancias contaminantes y tóxicas (en el caso del Pb) su manejo es delicado (día 4), y reescribirán su definición de reacción química; segundo, se realizará la subactividad relacionada con las condiciones de reacción (día 7), las demostraciones y los ejercicios; tercero, realizarán la subactividad 4.3 “explicación a nivel molecular de reacción química y condiciones de reacción” y, por último, imaginarán cómo creen que se lleva a cabo la reacción química, en el caso de esta última es importante para que comprendan que las partículas de las sustancias deben estar en contacto para poder reaccionar. De esta forma se aprovechará mejor el tiempo, pues no se tendrá que recordar lo visto en sesiones anteriores. Al terminar con la definición de reacción química las y los alumnos realizarán la síntesis del AAS y podrán entender un poco más acerca de lo que está sucediendo durante el experimento; las subactividades siguientes permitirán explicar con claridad la formación del ácido acetilsalicílico y lo realizado durante la práctica.

C) Reporte de actividades

En el caso de esta actividad debió dividirse en dos, ya que, de acuerdo a lo programado, la síntesis del AAS se debe realizar una semana antes del tableteado, con la finalidad de tener el producto seco.

Subtividad 4.1. Reacción química. Al inicio de la actividad las y los alumnos, en equipo, tuvieron que escribir la definición de reacción química, al terminar la actividad reescribieron la definición de acuerdo a lo visto durante ésta, ejemplo:

Definición "antes"	Definición "después"
Es cuando se forma una nueva sustancia con diferentes propiedades, porque	Una reacción química se da cuando los átomos de dos o más sustancias

interactuaron 2 o más sustancias.	interactúan entre sí formando una sustancia nueva. En la reacción química se rompen enlaces, se reacomodan los átomos y se forman nuevos enlaces, conservando su masa.
-----------------------------------	--

Se observa el uso de la teoría corpuscular para dar explicación a este concepto, se reconocen errores, como el que crean que en una reacción debe haber necesariamente dos o mas reactivos, tal vez, se deban mencionar ejemplos como el de la descomposición del H_2O_2 .

En el caso de las condiciones de reacción escribieron lo que entendían al principio y al final sólo lo complementaron:

Lo que se necesita para que se lleve a cabo la reacción química. Catalizador Acelera la reacción Quedan igual / no son reactivos Son específicos para cada reacción Temperatura
--

Subactividad 4.2. Condiciones de reacción, temperatura y presencia de un catalizador.

Constó de dos demostraciones:

- **Demostración experimental “Descomposición del peróxido de hidrógeno usando catalizadores”.** Al observar la formación de espuma como evidencia de la formación de O_2 los equipos respondieron el cuestionario correspondiente a la actividad 4.2 (Ver guía para el profesor):

1. A. En el caso de los vasos en los que se formó espuma ¿Cuál de las siguientes ecuaciones químicas representa correctamente la reacción? <i>b. $2H_2O_2 + catalizadorA \rightarrow 2H_2O + O_2 + catalizadorA$</i> B. Justificar <i>Porque la masa se conserva y si del lado de los reactivos se encuentra el catalizador del lado de los productos tiene que estar presente, ya que no desaparece y se conserva.</i>

2. A. En los caso de los vasos en los que se desprendió oxígeno ¿qué hubiera pasado sino se hubiera puesto el catalizador?

b. Lo mismo que con el Fe_2O_3

B. ¿Cuál es la mejor explicación para la respuesta anterior?

a. La descomposición del H_2O_2 es mucho más lenta

3. ¿Cuáles son las características de los catalizadores?

Aceleran la reacción, no intervienen en la reacción (no son reactivos), quedan igual y son específicos para cada reacción.

Para lograr que todos las y los alumnos relacionen las preguntas con el experimento se sugiere que llenen una tabla con las observaciones.

▪ Demostración experimental “POE (Predicción observación explicación) Desprendimiento de CO_2 de acuerdo a la temperatura”. Ejemplo del POE de un alumno:

Predicción

Vaso agua fría. Yo creo que comienza a reaccionar, sí saca espuma.

Vaso agua caliente. Reacciona un poco más rápido, saca espuma rapidísimo.

En ambos se libera CO_2 .

Observación

Agua fría. Pues la pastilla se va como hacia abajo y se tarda un poco en hacer espuma.

Agua caliente. Se subió rápidamente y de inmediato salió demasiada espuma.

Explicación

Yo creo que por el calor se rompieron rápido los enlaces de las sustancias iniciales, por ello salió espuma muy rápido. Las moléculas del agua caliente se mueven más rápido que las del agua fría.

Subactividad 4.3. Explicación a nivel molecular de reacción química y condiciones de reacción. En esta actividad las y los alumnos utilizaron clips de diferentes colores para representar distintos átomos; los enlaces fueron representados mediante la unión de clips: clips entrelazados para el modelo de enlace covalente, clips con imán son aniones, los clips que se unen al imán cationes. Originalmente se les mencionaron las características de las sustancias relacionadas con la reacción (reactivos y productos, sin indicarles cuál sustancia correspondía a cada uno) para que dedujeran el nombre de los productos obtenidos y los reactivos utilizados, sólo que con esta tarea se confundieron y se utilizó mucho tiempo en

aclarar lo que tenían que hacer, por lo tanto, se sugiere hacerlo en el pizarrón todos juntos y no esperar a que cada equipo lo resuelva.

Subactividad 4.4. Imaginando la reacción. Una vez analizado el nivel submicroscópico las y los alumnos dibujaron cómo creen que se llevaría a cabo la reacción química observada en la demostración “desprendimiento de CO_2 de acuerdo a la temperatura”, de igual forma utilizando figuras geométricas para no confundirlos con fórmulas. Ejemplo figura 25.

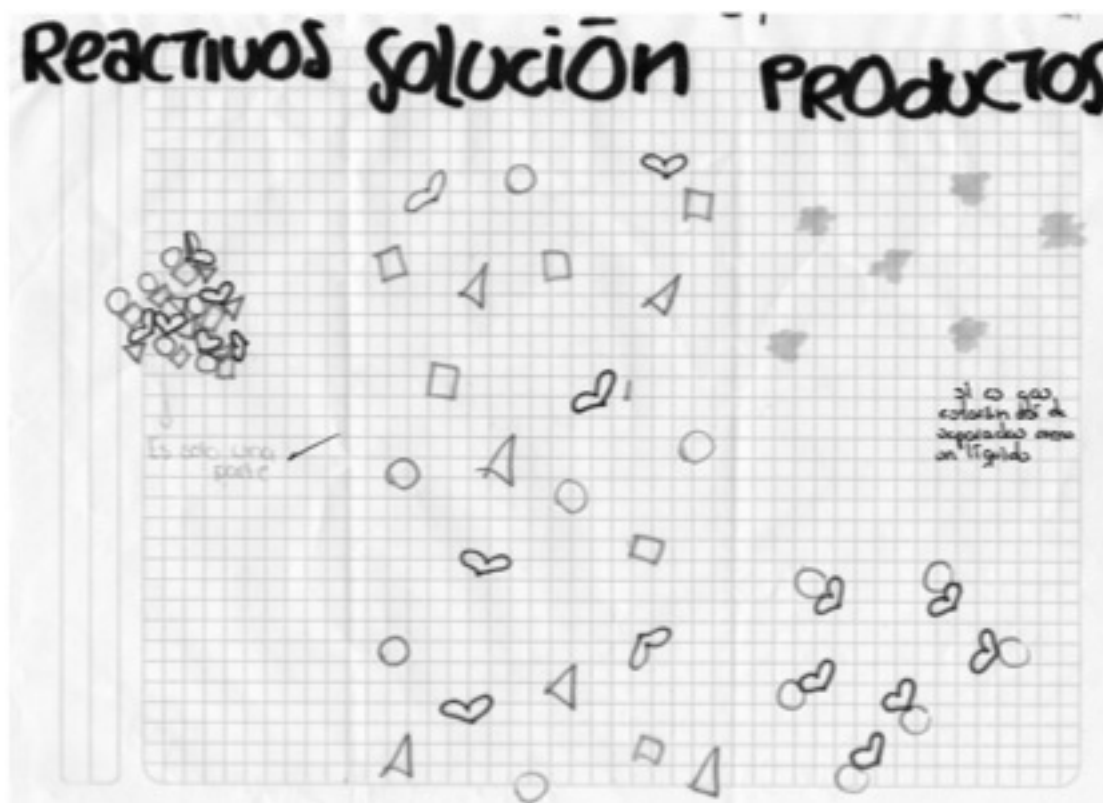


Figura 25. Dibujo realizado por un equipo representando una reacción química, en reactivos aclaran que es sólo una parte.

IV.3.5. Análisis actividad 5. Conclusión

A) Cuestionario post-actividad

En la figura 26 se observa que esta actividad promovió principalmente la satisfacción del estudiante seguida por la relevancia del contenido. Es decir, las y los alumnos consideraron que lo desarrollado y aprendido durante esta actividad fue importante para ellos, se relacionaba con sus intereses; además, al concluirla sintieron haberlo logrado adecuadamente.

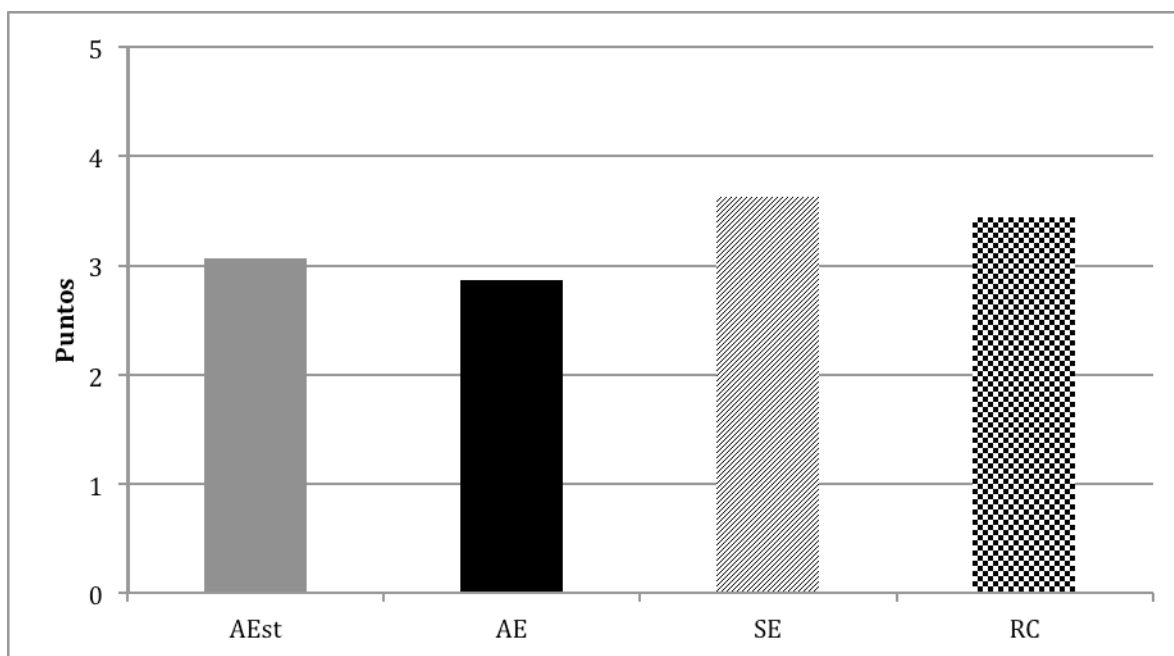


Figura 26. Promedio de puntos obtenidos para cada aspecto evaluado en el cuestionario post-actividad 5.

B) Bitácora COL

De acuerdo a lo escrito por las y los alumnos (ejemplos del bitácoras COL mostrados más adelante) la presentación, a pesar de ser larga, les pareció interesante “Las presentaciones electrónicas nos parecieron excelentes, ya que fueron interesantes y concisas”, la mayoría rescató aspectos importantes como la reacción entre el ácido araquidónico y la enzima, concordando con los resultados contenidos en la figura 4 correspondiente al análisis didáctico; pocos hablaron sobre la historia o sobre el proceso de fabricación. Además muchos de las y los alumnos lograron utilizar los conceptos relacionados con reacción química (reactivo, producto, condición de reacción, catalizador), correctamente durante la subactividad 5.1.

En el caso del ejercicio de las preguntas algunos alumnos no estuvieron conformes con el cambio de equipos, pues ya estaban acostumbrados a trabajar con los de siempre; sin embargo, se consideró que se integraron bien y esto permitió la participación de todos y no sólo de los líderes de los antiguos equipos. Para los integrantes del equipo que no logró responder correctamente no fue agradable no poder hacerlo; sin embargo comentan que les sirvió para conocer los conceptos correctos al momento de aclarar cada respuesta.

Ejemplo Bitácora COL día 10

¿Qué pasó? Vimos una exposición que la profesora nos dio sobre cómo se alivia el dolor.

¿Qué sentí? Cuando la profesora nos dio la exposición me fue, para mí gusto, muy muy interesante, ya que ahora entiendo muy bien como aparece el dolor de un golpe y cómo se contrarresta.

¿Qué aprendí? Aprendí demasiados conceptos de las reacciones que se llevan a cabo cuando nos duele algo a causa de un golpe y lo que producen. De cómo se alivia el golpe y el proceso que se lleva a cabo cuando se toma la pastilla o el medicamento, que en este caso era el AAS, ya que cada medicamento funciona de manera diferente.

Ejemplo Bitácora COL día 11

Hay que recordar que al inicio de esta sesión se concluyó la actividad 2, por lo que, a continuación se muestran los fragmentos relacionados sólo con la actividad 5.

¿Qué pasó? Hicimos un concurso en el cual reforzamos los conocimientos para el examen y a la vez competimos para obtener un punto(s).

¿Qué sentí? Fue muy satisfactorio y divertido, todos empleamos nuestros conocimientos y habilidades.

¿Qué aprendí? Un método divertido para reafirmar nuestros conocimientos y a trabajar en equipo.

Con lo anterior se concluye que la actividad cumple con los dos objetivos planteados para ésta, además de la parte conceptual.

“Para el equipo fue gratificante haber aprendido los beneficios y la manera en la que se producen los medicamentos, aunque haya sido de manera general. Porque a partir de este trabajo tendremos el conocimiento de cómo actúan en nuestro cuerpo y tomaremos precauciones.”

C) Reporte de actividades

Subactividad 5.1. Medicamentos en el cuerpo humano. Durante esta actividad las y los alumnos no realizaron ninguna tarea, a excepción de la Bitácora COL, por lo que sólo se tienen

los comentarios acerca de los aprendido por ellos mismos, lo cual ya fue mencionado en el apartado anterior.

Subactividad 5.2. Resumen. Juego de preguntas. Durante esta subactividad las y los alumnos respondía en voz alta, por lo que no produjeron material para reportar. En este caso no fue posible responder a todas las preguntas, debido a que cada una era aclarada con la finalidad de resolver cualquier duda, por lo que se sugiere que el profesor encargado de realizar la actividad seleccione las preguntas más relevantes de acuerdo a las características del grupo. Durante esta actividad estaba contemplado analizar la lectura “Adicción a los medicamentos” e incluirla en el mapa mental realizado en la actividad 1, además de los conceptos vistos en clase, esto se dejó de tarea por la falta de tiempo, por lo que no hubo oportunidad de comentarlo en clase según lo planeado. A continuación se muestra un mapa que incluye la primer lectura y los conceptos (fig. 27), aunque al observar que las subactividades 5.1 y 5.2 permitían cumplir con los objetivos planteados y que esta subactividad era difícil realizarla se decidió no contemplarla en la “guía para el profesor”.

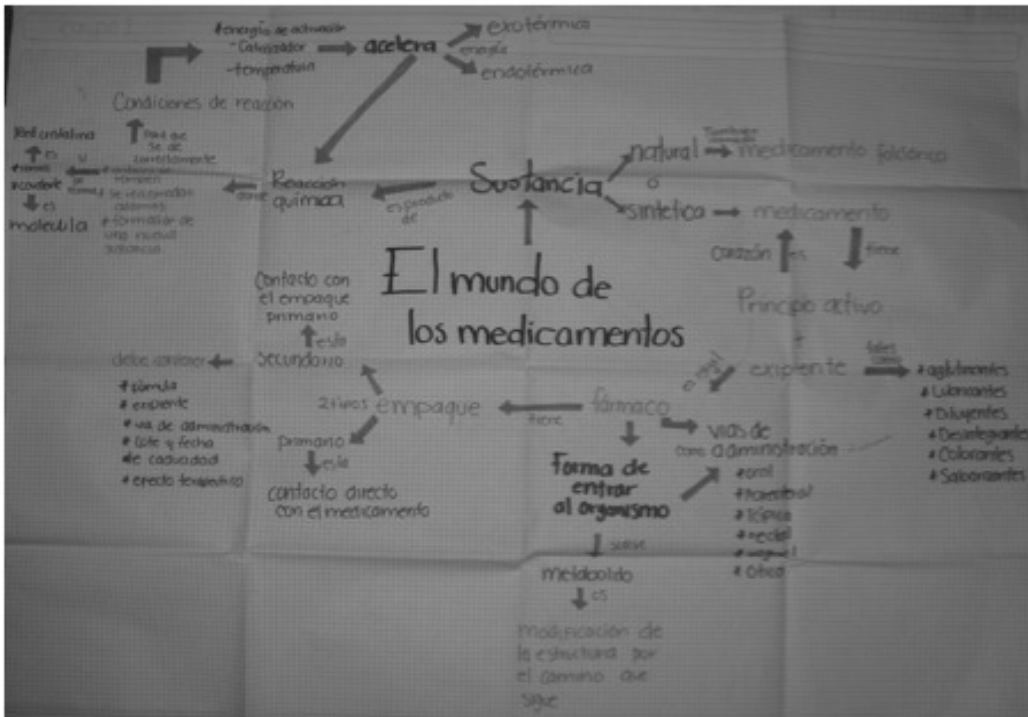


Figura 27. Mapa mental desarrollado por un equipo tomando como base el mapa realizado en la Actividad 1 y agregando conceptos vistos durante toda la unidad.

IV.3.6. Análisis general de las actividades

A) Cuestionarios post-actividad

En la figura 28 se observan los valores totales promedio del grupo al que se le aplicó la UD, las actividades con valores mayores son la 2 y la 5, teniendo una diferencia significativa con el resto de las actividades. Es decir, las actividades mejor percibidas por las y los alumnos son “elaboración de tabletas de Aspirina®” y “conclusión”. Entre las actividades 1, 3 y 4 no hay diferencia significativa, por lo que, las tres necesitaron mayores correcciones que las dos anteriores.

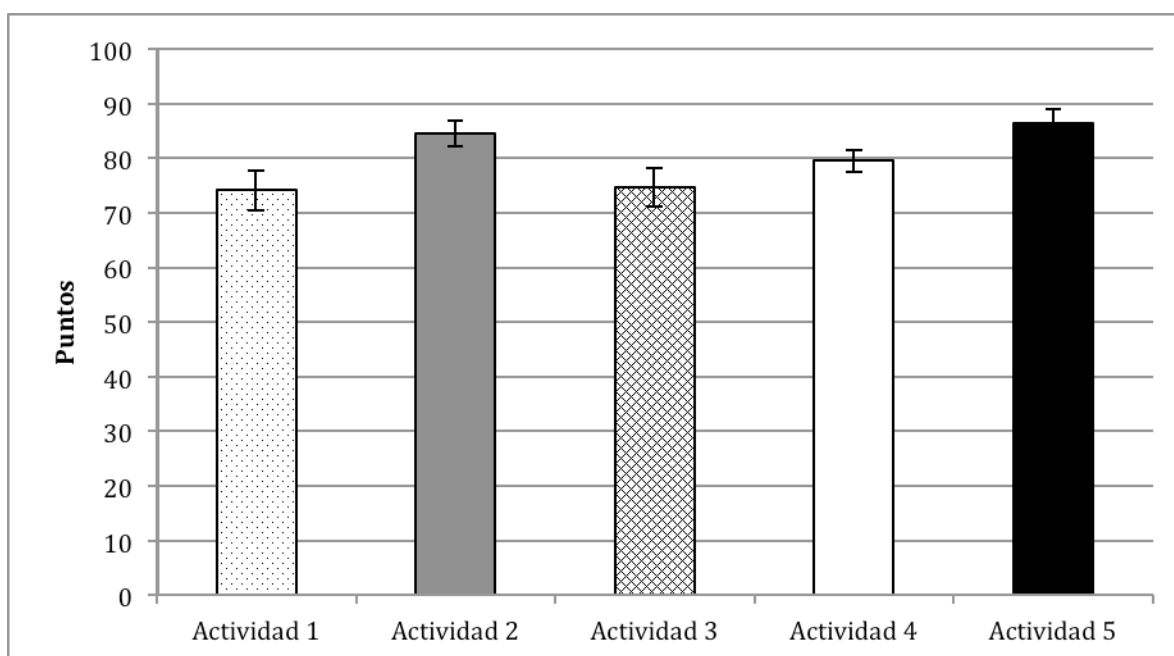


Figura 28. Valores totales promedio del grupo estudiado para cada actividad.

En la figura 29 se observa que la actividad que permitió que, al finalizarla, las y los alumnos se sintieran satisfechos y con ello interesados en saber más acerca de los tratado en el actividad es la 2 “elaboración de tabletas de Aspirina®”, seguida por la actividad 5 “conclusión”. Sin embargo, es la actividad 5 la que presenta un contenido más relevante de aprender para las y los alumnos, como la SE y la RC tienen valores mayores, se concluye que las y los alumnos disfrutaron las actividades. Sin embargo, en el caso de la promoción de la autoeficacia todas las actividades tienen valores menores a 3, es decir, sólo es moderadamente verdadero que las y

los estudiantes se sientan confiados de poder realizar la actividad adecuadamente; pasa algo similar con la atención del estudiante. Por lo tanto, es necesario plantear las actividades e introducir a las y los alumnos a la actividad, de forma tal que sientan deseos de realizarla y confianza en que podrán hacerlo.

En el caso de las actividades con menores valores de atención del estudiante son aquellas en cuyas Bitácoras COL las y los alumnos expresan que la limitación del tiempo no les permitió aprovecharlas completamente. Se espera que con las correcciones planteadas en el análisis de cada actividad que sugieren reducir las tareas las y los alumnos las disfruten más.

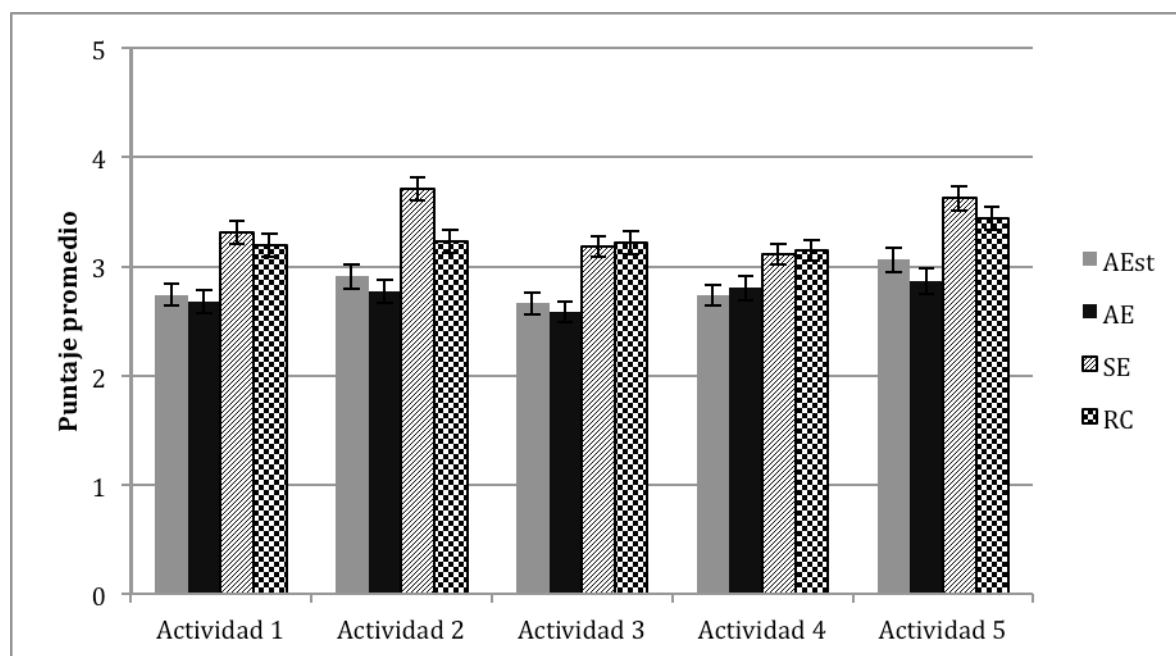


Figura 29. Valores promedio para cada aspecto promovido por cada actividad.

La siguiente reflexión de un equipo demuestra la contribución de las actividades, principalmente de la 2 y la 5, a su vida cotidiana.

“Conocimos los conceptos adecuados para llamar a cada uno de los componentes de un medicamento. Aprendimos que los medicamentos tienen un efecto terapéutico preventivo, de rehabilitación o diagnóstico, que nos ayuda a mantenernos sanos. Además del uso que debemos darles (no consumirlos en exceso), y el procedimiento para elaborar uno de los más conocidos (ASS). Observamos la ruta que sigue el medicamento en nuestro cuerpo, la forma en que se introduce y su mecanismo de acción. Así como los efectos secundarios que causa, la consecuencia más grave adicción. Finalmente llegamos a la reflexión de que los medicamentos son un gran avance de la ciencia para la humanidad, los cuales nos ayudan a mejorar nuestra

calidad de vida. Para el equipo fue gratificante haber aprendido los beneficios y la manera en la que se producen los medicamentos, aunque haya sido de manera general. Porque a partir de este trabajo tendremos el conocimiento de cómo actúan en nuestro cuerpo y tomaremos precauciones.”

De las 5 actividades propuestas y aplicadas, y considerando los resultados obtenidos, aquellas en la que las y los estudiantes estuvieron más involucrados fueron las mejor percibidas por las y los alumnos.

B) Bitácoras COL

En el semestre anterior el grupo de estudiantes con el que se trabajó llevó un diario, por indicaciones de la profesora responsable, en el que mencionaban lo que habían hecho y lo que habían aprendido. Por lo tanto, al utilizar la bitácora COL tenían idea de qué hacer, sólo la pregunta ¿cómo me sentí? era totalmente nueva, y aún así, en general, las tres preguntas de la bitácora fueron fáciles de responder. En el caso de la pregunta ¿qué hice?, las y los alumnos debían decir qué tareas se realizaron en clase; en muchos casos mencionaban hechos que no eran parte propia de la actividad planeada; algo similar sucedió con las respuestas a la pregunta ¿qué aprendí?, por ejemplo, si alguien preguntaba algo distinto a lo correspondiente a la actividad, eso lo mencionaba en lo que aprendió. Por lo tanto, se hizo evidente que lo que aprenden las y los alumnos es principalmente lo que les llama la atención, es decir, la información que les resulta útil o interesante es la que integran a su bagaje de conocimientos y posiblemente la que aprendan.

En la pregunta ¿cómo me sentí? las y los estudiantes debían escribir sus emociones y sentimientos acerca de lo realizado en clase; a pesar de no habérselos pedido en la mayoría de los casos justificaron el sentimiento, por ejemplo, mencionaron que se sintieron felices **porque** todos pudieron participar; esto fue de gran utilidad pues fue posible relacionar las acciones con lo que provocan en la parte afectiva de las y los alumnos. En algunos casos comentaban las circunstancias externas que les provocaron sentirse de tal manera en clase, por ejemplo, mencionaron que se sintieron mal porque no pudieron poner atención pues estaban preocupados por el examen de matemáticas que tendrían en la siguiente clase.

A lo largo de las clases no hubo una mejora evidente en la forma de responder la bitácora; sin embargo, las respuestas eran bastante claras. Lo que se notó al revisarlas y compararlas con los resultados del cuestionario post-actividad es que aquellas actividades con mejores puntajes tenían respuestas más extensas y más claras y con mayor similitud entre las y los estudiantes.

C) Reporte de actividades

Todos los materiales generados por las y los estudiantes e información entregada en las clases para la realización de las actividades se integraron al portafolios del equipo correspondiente. Originalmente los portafolios se los iba a llevar el profesor, con la finalidad de revisar lo realizado en cada clase; sin embargo, varios estudiantes solicitaron poder llevárselo a casa para poder revisar los temas. Por lo tanto, los portafolios fueron una herramienta muy útil: para el profesor, ya que permitieron evaluar a las y los alumnos; y para las y los alumnos, ya que les permitieron tener un compendio de información útil.

Además adicional al portafolios, se entregó el trabajo escrito correspondiente a la actividad 2; a excepción del trabajo de uno de los equipos, estuvieron ordenados, limpios y cada equipo agregó información adicional a la solicitada, por ejemplo, agregaron un resumen, un glosario o una introducción. También durante esta actividad presentaron el procedimiento que llevaron a cabo para producir sus tabletas y su producto final, fue evidente que durante la realización de todas las subactividades correspondientes a la actividad 2, las y los alumnos se mostraban entusiasmados. Al retomar, durante la presentación “Medicamentos en el cuerpo humano” de la actividad 5, lo realizado para producir las tabletas de AAS, las y los estudiantes recordaban, mencionaban y comentaban lo que habían hecho.

Con las demás actividades, principalmente 3 y 4, se notó menos iniciativa y menos entusiasmo por parte de las y los estudiantes.

D) Análisis de estrategias didácticas

Durante las estrategias utilizadas en las actividades se observó que:

- La *investigación de GAI 3*, en este caso fue suficiente para cumplir con los objetivos de la actividad, ya que permitió a las y los alumnos tomar decisiones pero sin sentirse desconfiados o temeroso acerca de lo que debían hacer; por lo tanto, se hace necesario tomarse el tiempo suficiente para aclarar el objetivo que deben alcanzar.
- Las *demonstraciones experimentales* fueron de gran utilidad para aclarar algunos conceptos, principalmente porque captaron la atención de las y los alumnos y los interesó a saber más; sin embargo, aquellas actividades que abarcaban, principalmente, conceptos químicos sin un contexto, tal es el caso de la Actividad 3 y 4, fueron las peor percibidas por las y los estudiantes. Además, es importante intentar cumplir con las

expectativas de las y los alumnos, ya que al no salir el experimento a la primera, como sucedió una vez, se desmotivan; o al tener un resultado muy simple pierden el interés.

- La *investigación de GAI 1*, al no promover la iniciativa de las y los alumnos, es importante enfocarla hacia un objetivo claro e interesante para ellas y ellos, en este caso, como debían comprobar si el producto obtenido era el deseado, y con ello la eficacia de su síntesis, se mostraron impacientes y emocionados.
- La *exposición* o clase tradicional, en este caso funcionó; el poner animaciones, dibujos y videos, hizo la información entendible para las y los alumnos, y aunque limitó su participación les pareció útil y se mantuvieron atentos. Específicamente en esta ocasión, se decidió usar esta estrategia, pues la información era complicada y el tiempo limitado, por lo que, actividades realizadas por ellos no era factible; sin embargo aunque no se sugiere enseñar sólo de esta manera, en algunos casos funciona, como lo revelan los resultados y sobre todo los comentarios de las y los estudiantes.
- El *juego*, motivó a las y los alumnos a la participación, lo que le permitió al profesor diagnosticar a las y los estudiantes, y que ellos mismos se hicieran conscientes de sus conocimientos y sus deficiencias.
- Las *lecturas*, son útiles cuando las y los alumnos utilizan la información para algo, en este caso fue: resolver un problema y entender conceptos que utilizaron más adelante. Posiblemente, no recuerden el título de la lectura “el mundo de los medicamentos” pero los conceptos revisados en ésta los aplicaron correctamente a lo largo de la UD.
- El *modelar*, cumplió con el objetivo de crear una imagen de algo que las y los alumnos sólo pueden imaginar; sin embargo, no significó un reto para las y los alumnos y por lo tanto, no los entusiasmó.

En general, las estrategias cumplieron con sus objetivos; fue difícil diseñar, principalmente, las que tuvieron que ver con los temas de estructura de la materia y mezclas, ya que son poco llamativos para las y los estudiantes y poco los motiva a aprenderlos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

Dime y olvido.

Enséñame y recuerdo.

Involúcrame y aprendo.

Benjamín Franklin (1706-1790)

De los resultados obtenidos durante el desarrollo de este trabajo se concluye que:

- Adaptar el cuestionario *Science Motivation Questionnaire (SMQ)* (Glynn y Koballa, 2006) fue de gran utilidad para conocer el nivel de motivación de las y los estudiantes, así como cada uno de los componentes evaluados: Motivación extrínseca, motivación intrínseca, autodeterminación, autoeficacia, relevancia de aprender química y ansiedad; estos niveles fueron medidos satisfactoriamente en dos etapas de la aplicación.
- Las preguntas diseñadas para conocer 'Qué motiva a las y los estudiantes a aprender química', arrojaron información de gran utilidad en cuanto a la motivación de las y los alumnos:
 - De los tres aspectos o categorías evaluados el que más fomenta la motivación de este grupo de alumnos es el de "contenidos", seguido por las "metodologías" y por último lo relacionado con las "actitudes del profesor".

De los 20 elementos los siguientes son los tres primeros en la lista de importancia:

1. Aprender cosas nuevas en química.
2. Conocer las aplicaciones de los temas en la vida cotidiana.
3. Realizar investigaciones sobre temas interesantes.

Los primeros dos se encuentran dentro de la categoría de "contenidos", y el último en la de "metodologías". El elemento más importante de la categoría "profesor" es "Que el profesor sea claro en sus explicaciones y ponga muchos ejemplos" y ocupó el séptimo lugar entre todas las opciones.

Es posible concluir que se necesita poner atención, como profesores, en los temas que enseñamos, estar conscientes de la obligación que tenemos de cumplir con el programa; sin embargo, es necesario incluir tópicos relacionados con los intereses, las necesidades y los gustos de las y los alumnos. Además, sería de utilidad solicitar investigaciones para fomentar la participación activa de ellos en su aprendizaje. Al momento de dar clase o estar interactuado directamente con las y los estudiantes utilizar un lenguaje claro y asegurarnos que no haya dudas que queden pendientes de resolver. Concordando con lo expresado por Huertas y Montero (2007).

- El diseñar la UD de acuerdo a Sánchez y Valcárcel (2003) permitió integrar toda la información relacionada con la motivación de un grupo de alumnas y alumnos y los contenidos que el Plan de estudios del CCH requería. Al desarrollar las actividades se consideraron, en la medida de lo posible, ambos aspectos; por lo que era de esperarse que las y los alumnos se sintieran motivados a aprender los temas vistos en clase, además de que aprendieran lo requerido y que lo consideraran como parte de su alfabetización en Química.

- Por último, aplicar a un grupo de alumnos la UD así como todos los instrumentos de evaluación (cuestionario post-actividad, bitácoras COL, cuestionario para conocer el grado de motivación, y la evaluación conceptual) fue de gran utilidad para conocer los aspectos que hay que mejorar con relación a lo que percibieron tanto los alumnos como el profesor.

La aplicación se llevó a cabo con algunos inconvenientes, como la falta de tiempo en algunas actividades, por lo que ésta permitió detectarlos y corregirlos para obtener un material útil para los profesores. Sin embargo, los resultados obtenidos antes, durante y después de la aplicación demuestran su efectividad. Ya que:

- La motivación general aumentó significativamente con respecto a la motivación inicial, principalmente en los componentes MI, AE, AD y RAQ.
- Las calificaciones también aumentaron significativamente y los niveles utilizados para explicar las preguntas, en promedio, fueron mayores; es decir, más alumnos lograron responder correctamente y además utilizando la teoría cinético corpuscular en los tres temas abordados “mezcla-sustancia”, “reacción química” y “estructura de la materia”.
 - Concordando los dos puntos anteriores, con lo mencionado por Zusho *et al.* (2003) acerca de la relación directa entre el aumento de la AE y la RAQ y el aprovechamiento de las y los estudiantes.
- Los comentarios expresados por las y los alumnos en las Bitácoras COL en su gran mayoría fueron favorables.
- Los resultados de los cuestionarios post-actividad mostraron que el aspecto más promovido por las actividades fue el de “satisfacción del estudiante”, por lo que aparentemente las y los alumnos se sintieron complacidos con lo aprendido y las tareas realizadas.
- En la mayoría de las tareas el resultado obtenido fue el esperado.

Como resultado de este trabajo y del diseño de la UD se obtuvo “la guía para el profesor” la cual se piensa que es un instrumento útil para los profesores de química de bachillerato y que puede ser utilizada en su totalidad o adaptarse según se considere conveniente.

- Se logró, aunque no era un objetivo específico de este trabajo, la relación entre motivar a los alumnos y que éstos aprendieran, principalmente con algunos componentes de la motivación MI, AE, RAQ y ANS, ya que los alumnos que al finalizar la aplicación estuvieron más motivados fueron aquellos con mejores calificaciones, algo que no sucedía antes de la intervención con la UD.

La importancia de la afectividad se hizo evidente en los comentarios de los alumnos y sobretodo en la influencia de ésta sobre el comportamiento de las y los estudiantes durante la clase. Afectando positiva o negativamente en el rendimiento de las y los alumnos durante las actividades.

El considerar la afectividad, específicamente, determinar los aspectos que motivan a los estudiantes y utilizarlos para diseñar una UD permitió llevar a cabo el proceso de E/A de forma más eficiente, además de producir un incremento en su motivación.

En general, este trabajo permitió conocer más acerca de las y los alumnos a los que impartimos clase y debido a que para algunos fue el último tema de Química que aprenderán en un aula, el haberlos motivado fue un objetivo cumplido.

Es importante escuchar y tomar en cuenta a las y los alumnos, sin duda son los mejores críticos del trabajo docente. Promover su motivación implica promover su aprendizaje.

V.1. Recomendaciones

Para continuar con este trabajo se recomienda:

De acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de la UD se observa que la idea alternativa de los alumnos acerca del tamaño de las moléculas-átomos se mantuvo intacta, por lo que, realizar trabajos e indagar específicamente en este tema sería de gran utilidad para el aprendizaje completo de la teoría corpuscular.

En caso de que algunos profesores e investigadores deseen aplicar el cuestionario sobre qué motiva a los estudiantes a aprender química (Anexo I) se recomienda incluir en la lista de la primer pregunta la opción “otros” y que la especifiquen.

Sería benéfico realizar entrevistas a los alumnos para conocer más a fondo sus ideas, por ejemplo, en el caso de la pregunta 2 del mismo cuestionario (Anexo I) reconocer si las respuestas tienen que ver únicamente con sus ideas o están influenciadas por lo que creen que el profesor desea que escriban. En este mismo cuestionario se sugiere cambiar la pregunta 5 “*suponiendo que el agua que se utilizó está contaminada con bacterias, dibuja cómo se verían (el agua y las bacterias juntas) a nivel submicroscópico*” por “*suponiendo que en el agua que se utilizó se encuentran organismos unicelulares, dibuja cómo se verían (el agua y las células juntas) a nivel submicroscópico*”.

ANEXOS

ANEXO I

FECHA: _____

GRUPO: _____

NOMBRE: _____

Instrucciones. Responde las siguientes preguntas. De la número 1, selecciona primero las cinco respuestas con las que te identifiques más y después enuméralas en orden de importancia, siendo el 1 la más importante. No hay respuestas buenas ni malas, por lo que, cualquiera que sea tu respuestas es adecuada.

“Este cuestionario no será considerado para tu calificación”

1. ¿Qué te motiva o motivaría a aprender en tu clase de química?

- Saber cómo se hacen las cosas cotidianas, como alimentos, medicamentos, ropa
- Conocer la estructura de la materia
- Conocer algo más sobre mi cuerpo
- Conocer las aplicaciones de los temas en la vida cotidiana
- Aprender cosas nuevas en química
- Saber más sobre la historia de la química
- Realizar dibujos para las explicaciones
- Realizar actividades diferentes a las tradicionales
- Hacer muchos más experimentos
- Conocer los peligros de las sustancias químicas
- Realizar investigaciones sobre temas interesantes
- Trabajar en equipo con mis compañeros
- Realizar más ejercicios y ver menos teoría
- Conocer más modelos para explicar las cosas
- Aprobar la asignatura
- Que el profesor sea paciente y responda nuestras dudas
- Que el profesor sea claro en sus explicaciones y ponga muchos ejemplos
- Que el profesor sea justo con todos y entre en contacto con cada uno
- Que el profesor me respete y a mis compañeros
- Que el profesor tenga interés por enseñar

2. Con lo que sabes hoy, ordena de mayor importancia, número 1, a menor importancia, número 3, los siguientes temas:

- Mezclas
- Estructura de la materia
- Reacción química

¿Por qué en ese orden?

3. Considerando que durante este semestre una de las unidades del programa es “Medicamentos, productos químicos para la salud”, ¿qué te gustaría aprender acerca de los medicamentos?

¡GRACIAS!

ANEXO II

EVALUACIÓN CONCEPTUAL

GRUPO: _____ FECHA: _____

NOMBRE: _____

INSTRUCCIONES: Lee con atención el siguiente texto y contesta las preguntas que te indicará el profesor.

Un método de obtención del ácido acetilsalicílico en el laboratorio consiste en:

Poner 1 g de ácido salicílico en un tubo de ensayo, agregar 2 mL de anhídrido acético y 5 gotas de ácido sulfúrico concentrado (este último actúa como catalizador), agitar ligeramente el tubo de ensayo para que se mezclen los reactivos, colocar el tubo de ensayo en un vaso de precipitados de 100 mL que contenga agua a temperatura cercana a la ebullición para que se complete la disolución y la reacción se lleve a cabo a una temperatura de 50 °C (tomar la temperatura con un termómetro, si llega a rebasar esos grados sumergirlo dentro de un vaso de precipitado con hielo), tratar de mantener constante esta temperatura durante 5 min. Filtrar el precipitado y poner a secar el producto obtenido.

ANEXO III

INSTRUCCIONES PARA EL PROFESOR: Proporcionar la hoja de la 'evaluación conceptual' a cada alumno para que escriba sus datos y dar un tiempo para que todos, de manera individual, lean el texto. Posteriormente leer en voz alta las instrucciones y el texto. Las preguntas se irán dictando una por una, para evitar que sus respuestas se vean influenciadas por las siguientes preguntas; no dictar la siguiente hasta que todos hayan terminado de contestar.

1. ¿Existe diferencia entre una sustancia y una mezcla? ¿cuál es?
2. ¿Qué de todo lo mencionado durante el texto se refiere a sustancias y qué a mezclas?
3. Durante el texto, ¿se mencionaron elementos químicos? ¿cuáles?, ¿se mencionaron compuestos? ¿cuáles?
4. Haz un dibujo que represente cómo se verían a nivel submicroscópico una sustancia y una mezcla de las mencionadas en el texto.
5. Suponiendo que el agua que se utilizó está contaminada con bacterias, dibuja cómo se verían (el agua y las bacterias juntas) a nivel submicroscópico.
6. En el experimento mencionado en el texto, ¿sucedió alguna reacción química? ¿por qué? ¿cuál es el producto de esa reacción química? Utilizando diferentes figuras geométricas para simbolizar los reactivos y los productos ¿cómo representarías la reacción?
7. ¿Qué pasaría si no se agrega el ácido sulfúrico? ¿por qué?
8. ¿Qué es lo que sucede con las sustancias cuando sumergimos el tubo de ensayo en el vaso de precipitado con agua caliente? ¿Qué sucedería si se sumergiera en agua fría?
9. ¿Qué pasaría si no se agrega el anhídrido acético? ¿por qué?

ANEXO IV
CUESTIONARIO PARA EVALUAR LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

Nombre: _____

Grupo: _____

Esta encuesta nos ayudará a entender mejor cómo te sientes y qué piensas acerca de la clase de química. Tu opinión es muy valiosa, no hay respuestas buenas o malas, pero es importante que seas sincero y no contestes según lo que creas debe ser, lo que tú sientes y piensas es la mejor.

*Por favor responde a cada uno de las siguientes declaraciones teniendo en mente “**cuando estoy en la clase de química...**”*

01. *Disfruto aprendiendo química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

02. *La química que aprendo está relacionada con mis objetivos personales.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

03. *Me gusta ser mejor que los demás estudiantes en los exámenes de química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

04. *Me pongo nervioso al pensar que calificación sacaré en un examen de química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

05. *Tengo problemas aprendiendo química, pero estoy tratando de descubrir la razón.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

06. *Me pongo ansioso cuando es tiempo de presentar un examen de química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

07. *Para mí es importante el tener una buena calificación en química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

08. *Me esfuerzo lo suficiente por aprender química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

09. *Hago uso de estrategias que me aseguran un buen aprendizaje de química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

10. *Pienso en cómo el aprender química puede ayudarme a conseguir un buen trabajo.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

11. *Pienso en cómo la química que aprendo hoy me será de ayuda en el futuro.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

12. *Confío en que rendiré tan bien o mejor que mis compañeros en la clase de química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

13. *Me preocupo al pensar que puedo no pasar el examen de química.*

Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

14. *Me preocupa que los demás estudiantes sean mejores en química que yo.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
15. *Pienso en cómo mi calificación en química puede afectar mi promedio.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
16. *Para mí es más importante el aprender química que las calificaciones que reciba.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
17. *Pienso en cómo el aprender química puede ayudarme a entrar a la universidad.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
18. *Odio presentar exámenes de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
19. *Pienso en cómo usaré la química que estoy aprendiendo.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
20. *Es mi culpa si no logro entender lo visto en la clase de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
21. *Tengo confianza en que rendiré bien en mis proyectos y tareas de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
22. *Encuentro interesante el aprender química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
23. *La química que aprendo es importante para mi vida.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
24. *Creo que puedo lograr dominar el conocimiento y las habilidades de la clase de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
25. *La química que aprendo tienen un valor práctico para mí.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
26. *Me preparo bien para mis exámenes y laboratorios de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
27. *Me gustan los ejercicios de química que son un reto para mí.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
28. *Tengo confianza en que me irá bien en los exámenes de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
29. *Creo que puedo obtener 10 en mi calificación final de química.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre
30. *El lograr entender la química me genera un sentimiento de triunfo.*
 Nunca Rara vez Algunas veces Usualmente Siempre

¡GRACIAS!

**ANEXO V
BITÁCORA COL**

Nombre: _____ **Fecha:** _____ **Grupo:** _____

¿QUÉ PASÓ?

¿QUÉ SENTÍ?

¿QUÉ APRENDÍ?

ANEXO VI

INSTRUCCIONES. *Por favor piensa cada pregunta en relación a la actividad realizada, y qué tan cierto es cada enunciado. Da la respuesta que verdaderamente aplique a ti, y no lo que tu quisieras que fuera verdad o lo que piensas que otros quieren oír. Piensa en cada enunciado por sí solo e indica qué tan cierto es. No te dejes influenciar por tus respuestas a otros enunciados. Escribe tus respuestas en la hoja de respuestas que se provee.*

Cada enunciado puede ser respondido al escoger una de las siguientes cinco opciones:

(A) Falso, (B) Poco verdadero, (C) Moderadamente verdadero, (D) Mayormente verdadero, (E) Totalmente verdadero

- 1) Cuando escuché por primera vez la actividad, tuve la impresión de que ésta sería fácil para mí.
- 2) Había algo interesante al principio de la explicación que llamó mi atención.
- 3) Los conceptos eran más difíciles de entender de lo que yo hubiera querido que fueran.
- 4) Después de escuchar la explicación, me sentí confiado que sabía lo que supuestamente había de aprender de esta actividad.
- 5) Me parece claro cómo se relaciona esta actividad a cosas que ya aprendí.
- 6) La actividad tenía demasiada información por lo que fue difícil escoger y recordar los puntos importantes.
- 7) La terminación satisfactoria de esta actividad fue importante para mí.
- 8) Esta actividad es tan abstracta que fue difícil para mí mantener mi atención en ella.
- 9) Disfruté esta actividad tanto que quisiera saber más acerca de química.
- 10) Disfruté tanto esta actividad que quisiera saber más acerca de los medicamentos.
- 11) La explicación de la actividad se vio seca y no llamó la atención.
- 12) Los conceptos en esta actividad son relevantes para mis intereses.
- 13) La forma en que la información fue presentada ayudó a mantener mi atención.
- 14) Hubo explicaciones o ejemplos de cómo las personas utilizan la química en esta actividad.
- 15) Los ejercicios para esta actividad fuera muy difíciles.
- 16) Esta actividad estimuló mi curiosidad.
- 17) Los instrucciones para la tarea post-actividad fueron vagas y difíciles de entender.

- 18) La forma en que se explicó la actividad dio la impresión de que vale la pena conocer de química.
- 19) Aprendí algunas cosas que fueron sorprendentes e interesantes.
- 20) Si esta actividad fuera antes del examen de la unidad, estoy seguro que me hubiera ido mejor en el examen.
- 21) Esta lección no fue relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayoría de ella.
- 22) El estilo de explicación fue inapropiado para el tipo de estudiante que soy.
- 23) Esta actividad sería mejor si hubiera suficiente material disponible para que todos los utilizaran.
- 24) Las imágenes y fórmulas fueron muy útiles para las explicaciones de los eventos.
- 25) Esta actividad me ayudó a ver a la química desde una perspectiva distinta.
- 26) Fue un placer realizar una actividad tan bien planeada.
- 27) Esta actividad debería ser permanente para el curso.

**POR FAVOR, SIÉNTETE LIBRE DE AÑADIR COMENTARIOS AL FINAL DE LA HOJA DE
RESPUESTAS**

GRACIAS POR TU COOPERACIÓN

HOJA DE RESPUESTAS
CUESTIONARIO POST-ACTIVIDAD

Actividad _____

Nombre _____ **Grupo** _____

1. ()

2. ()

3. ()

4. ()

5. ()

6. ()

7. ()

8. ()

9. ()

10. ()

11. ()

12. ()

13. ()

14. ()

15. ()

16. ()

17. ()

18. ()

19. ()

20. ()

21. ()

22. ()

23. ()

24. ()

25. ()

26. ()

27. ()

ANEXO VII

MEDICAMENTOS, PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA SALUD



GUÍA PARA EL PROFESOR

PRESENTACIÓN

A continuación se muestra de forma detallada la propuesta didáctica desarrollada a partir de lo que motiva a un grupo de estudiantes.

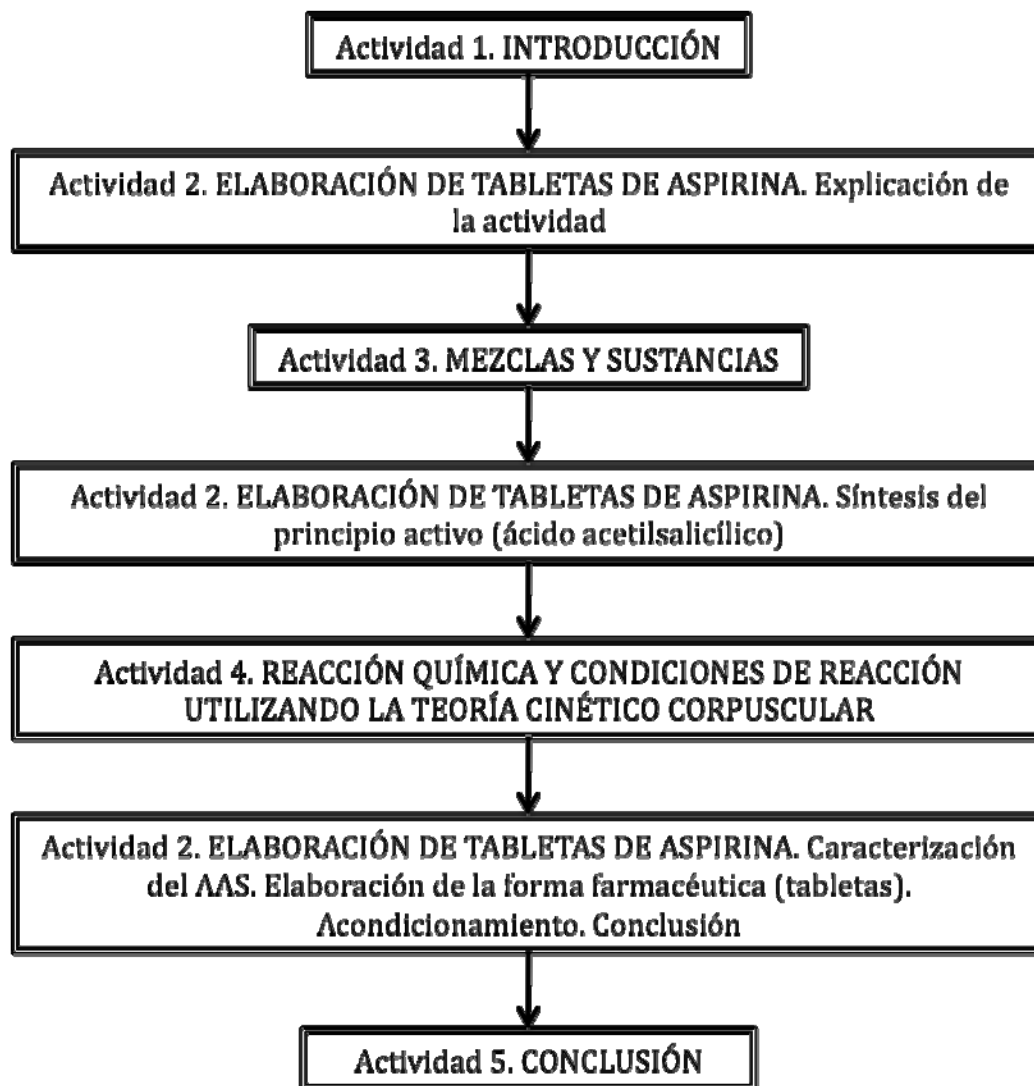
UBICACIÓN EN EL PROGRAMA

De acuerdo al plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) la materia Química II está compuesta de 3 unidades, siendo la tercera y última “Medicamentos, productos químicos para la salud”; por lo que, la aplicación de este material se propone al terminar la segunda unidad. Se sugiere hacer adaptaciones de tiempo en las demás unidades para lograr abarcar todas las actividades propuestas a continuación.

En este material, diseñado para el profesor, se hacen recomendaciones para facilitar la función del docente como guía en el salón de clase. Consta de 5 actividades las cuales contienen lo siguiente: objetivos, temas que apoya, descripción general, duración y subactividades; cada subactividad detalla el material necesario, la metodología y las actividades extraclase. Al final se propone una rúbrica de evaluación. La teoría necesaria se encuentra detallada en el capítulo 3 en el apartado “análisis científico”, por lo que se recomienda consultarla.

Para la realización de algunas actividades el profesor deberá proporcionar el material necesario a los alumnos, como lecturas u hojas de trabajo incluidas en los apéndices al final de esta guía ; por lo que se debe determinar la manera de distribuir las. El material con PPP indica que el profesor lo debe proporcionar. Para facilitar el entendimiento de los alumnos se diseñaron animaciones y presentaciones las cuales se incluyen en el disco compacto anexo, las siglas CD significan que el profesor debe hacer uso de éste durante la actividad.

Para aprovechar las actividades se sugiere intercalar las subactividades de la actividad 2 con el resto de las actividades como se muestra a continuación:



Durante todas las sesiones los equipos deben llevar un portafolio (Morán Oviedo, 2010) donde integrarán todo los trabajos realizados durante las clases, así como actividades extraclase, con la finalidad de que el profesor pueda revisar y dar seguimiento al trabajo de los alumnos, por lo que, durante y al finalizar, la unidad los alumnos podrán revisar lo visto en clase.

ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1 INTRODUCCIÓN

Objetivos

- Introducir a los estudiantes al tema de medicamentos.
- Relacionar la importancia de la química con el estudio de los medicamentos.
- Definir conceptos sobre medicamentos necesarios para el entendimiento de actividades siguientes.

Temas que apoya

- Medicamentos

Descripción general

El alumno con ayuda de algunas herramientas, como lecturas y medicamentos; analizará los siguientes conceptos relacionados con el tema de medicamentos: principio activo, forma farmacéutica, fármaco, droga, vía de administración y excipiente; llenando una tabla que le permitirá aclarar y entender el significado de dichos términos.

Duración

- 2 sesiones con total de 3 horas; 1 de 2 horas y 1 de 1 hora

Subactividades

Para cumplir con los objetivos propuestos para esta actividad se llevan a cabo dos subactividades.

1.1. Curarse sin medicamentos y con química

Material

Por equipo

- Lectura “La química en la salud” (PPP). Apéndice 1.

Actividad extraclase. *Actividad 1.1*

Averiguar antes de la clase, con familiares adultos ¿qué método utilizan para aliviar el dolor de cabeza, que no sea el consumo de medicamentos?

Metodología

Con lo averiguado por lo alumnos el profesor hará una lista en el pizarrón de los diferentes métodos utilizados para aliviar el dolor de cabeza, escribiendo con un color diferente aquellos que involucren sustancias administradas por diversas vías, por ejemplo untadas, tomadas, inhaladas.

Posteriormente se le preguntará a los alumnos qué tienen en común aquellas de diferente color, conduciendo las respuestas hasta obtener que todas ellas involucren sustancias y por lo tanto, la química está presente.

Se repartirá la lectura “La química en la salud” a cada equipo. El profesor preguntará acerca de la lectura, ¿qué les dejó?, ¿cuál es la importancia de la química? y **¿cómo podemos utilizar los conocimientos químicos para aprovechar las sustancias apuntadas en el pizarrón utilizadas para aliviar el dolor?**. Al responder la tercer pregunta los alumnos lo anotarán para considerarlo en la actividad 2.

1.2. Definición de términos

Medicamento, principio activo, fármaco, droga, forma farmacéutica, excipiente y vía de administración

Material

Por equipo

- Hoja de trabajo “Conceptos medicamentos” (PPP). Apéndice 2
- Artículo “El mundo de los medicamentos” (PPP). Apéndice 3
- Empaques de medicamentos
- 5 tabletas de Aspirina®
- Un pliego de papel bond o cartulina
- Plumones o crayolas

Para lograr que los alumnos entiendan los términos medicamento, principio activo, fármaco sinónimo de droga, forma farmacéutica, excipiente y vía de administración, se plantean una serie de actividades breves que irán aclarando cada uno de ellos y les permitirán a los alumnos ver sus ideas alternativas y su aprendizaje.

Cada equipo trabajará con la hoja de “Conceptos medicamentos” la cual se irá llenando a lo largo de las siguientes tareas:

1. El profesor comentará que actualmente podemos obtener información no sólo en la escuela, por ejemplo, todos o la mayoría hemos escuchado y visto anuncios en el radio, la televisión, los espectaculares; también hay información que obtenemos en nuestras casas por lo que dicen o hacen nuestros familiares. En equipo deberán comentar lo que creen que significan los conceptos enlistados en la hoja de trabajo “Conceptos medicamentos”, en la primer columna “*al principio*” escribirán la definición o idea que represente a cada uno de los miembros del equipo, sin importar que sea correcta o no.
2. Los alumnos deberán revisar y analizar las características de los empaques de medicamentos que llevaron, para determinar si algunos de los conceptos de sus hojas de trabajo son mencionados, aunque sea indirectamente.



Posteriormente escribirán sus definiciones en la columna “*empaques*”. Es importante mencionarles que deben escribir lo que crean que signifique, los ejemplos pueden ser agregados aunque no son necesarios.

Si el profesor lo desea puede llevar empaques que considere que contienen información más clara o que es más útil para la actividad.

3. Para aclarar el concepto de excipiente, se pedirá a alguno de los equipos que lean sus definiciones escritas con anterioridad en la hoja de trabajo con relación a este concepto.

Posteriormente el profesor pedirá a los alumnos que pesen las tabletas de Aspirina®, para determinar cuánto pesa una tableta, pueden pesar únicamente una, si es que la balanza tiene la sensibilidad necesaria o varias y dividir la masa total entre el número de tabletas pesadas.

En el pizarrón cada equipo escribirá la masa de cada tableta (este dato debe ser reportado en el portafolio, ya que se utilizará posteriormente); al finalizar, el profesor preguntará ¿qué cantidad de ácido acetilsalicílico contiene cada tableta? y lo anotará en el pizarrón, por lo tanto, ¿por qué las tabletas pesan más que eso? ¿qué es esa materia?, el profesor los guiará pidiéndoles que revisen los empaques para concluir qué es el excipiente.

Ejemplo de la tabla a realizar en el pizarrón:

Masa tableta	Masa AAS	Sobrante
800 mg	500 mg o 0.5 g	300 mg
750 mg		250 mg
820 mg		320 mg
810 mg		310 mg
790 mg		290 mg
770 mg		270 mg

Masa obtenida pesando

¿QUÉ ES ESTO?

Según el empaque

Después de esto, los alumnos escribirán qué consideran que es el excipiente y si alguna de las definiciones cambió replantearla en la columna de “*tabletas*”.

4. Para concluir los alumnos en equipo leerán únicamente las primeras dos páginas del artículo “El mundo de los medicamentos” (Apéndice 3), ya que lo omitido se analizará posteriormente.

Después de leer, los alumnos deberán escribir con sus palabras las definiciones en la columna “*lectura*”, al finalizar todos los equipos las compartirán; entre los alumnos, con ayuda del profesor, se aclararán las dudas. También pueden comentar qué creían antes y qué creen ahora, con la finalidad de que noten el avance.

1.3. Medicamentos. Mapa mental “El mundo de los medicamentos”

Material

Por equipo

- Artículo “El mundo de los medicamentos” (PPP). Apéndice 3
- Un pliego de papel bond o cartulina
- Plumones o crayolas

Actividad extraclase. *Actividad 1.3*

De forma individual los alumnos realizarán un mapa mental sobre la lectura “El mundo de los medicamentos” proporcionada por el profesor, deberá realizarse en una hoja para agregar al portafolio.

El profesor, de considerarlo conveniente, puede entregar una copia con las indicaciones para realizar un mapa mental (Apéndice 4), recordar que es un método simple que no requiere características estrictas, por lo que los alumnos tienen mayor libertad para expresar y organizar lo entendido.

Metodología

Al iniciar la sesión cada integrante de los equipos compartirá con sus compañeros el mapa mental desarrollado extraclase, al finalizar, se desarrollará un mapa con las ideas de todos los integrantes sobre el papel bond o la cartulina utilizando plumones o crayolas de diferentes colores para escribir o dibujar los diferentes elementos del mapa. Considerando que todos han hecho la lectura y realizado un mapa, contarán con 15 min para desarrollar el mapa del equipo.

Al concluir todos los equipos el desarrollo de su mapa mental, cada uno pasará al frente a explicarlo al resto del grupo en un tiempo no mayor a 3 min, evitando con esto que los últimos equipos sean ignorados. Es válido que los equipos vayan haciendo modificaciones a sus mapas según las ideas de los equipos expositores, esto con la finalidad de mejorar los mapas. Por último los alumnos elegirán el mapa que represente a la mayoría, y se les pedirá que con el uso

del celular tomen una fotografía para que todos lo tengan, o el profesor o algún compañero podrá hacerlo y mandarlo por correo electrónico a todos.

Es importante que el profesor recuerde al grupo que deben respetar las ideas de sus compañeros poniendo atención.

Una copia de la lectura, así como los mapas individuales y por equipo, se integrarán a los portafolios respectivos. El mapa grupal debe ser marcado para identificarlo.

ACTIVIDAD 2

ELABORACIÓN DE TABLETAS DE ASPIRINA®

Esta actividad es considerada el eje central de la unidad, ya que ésta integra los temas que los alumnos deben aprender así como lo que desean aprender acerca de los medicamentos. Para relacionar la actividad con la producción de un medicamento popular y conocido por los alumnos, se habla de tabletas de Aspirina®, aunque en realidad son tabletas de ácido acetilsalicílico.

Objetivos

- Que el alumno conozca el proceso de elaboración de un medicamento y sus componentes, mediante la elaboración de tabletas de ácido acetilsalicílico (AAS) “Aspirina”®.
- Retomar, utilizar y aclarar conceptos químicos como reacción química, mezclas y estructura de la materia.

Temas que apoya

Medicamentos, reacción química, estructura de la materia, mezclas y sustancias.

Descripción general

Durante la actividad el alumno llevará a cabo de forma simple todo el proceso necesario para producir un medicamento, tabletas de ácido acetilsalicílico “Aspirina”®, desde la determinación de la síntesis del principio activo mediante una investigación hasta, el acondicionamiento y promoción del producto final.

Asimismo se debe considerar que los conceptos como cambio de estado, sustancia y mezcla ya fueron abordados por los estudiantes y ellos debieron:

- Haber desarrollado un entendimiento básico de lo que es una reacción química.
- Saber que una reacción química es el proceso en el cual una sustancia cambia a otra.

Duración

- 5 sesiones con un total de 9 horas; 4 de 2 horas y 1 de 1 hora.

Subactividades

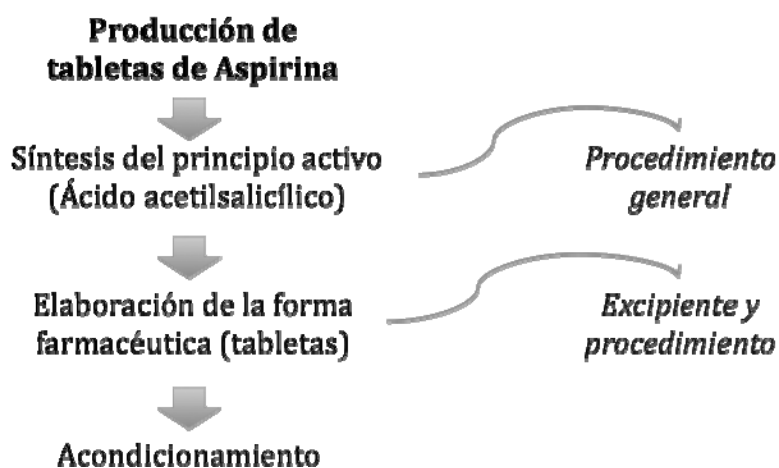
Las tareas o subactividades a desarrollar para cumplir con los objetivos son:

2.1. Explicación de la actividad

Metodología

El profesor planteará el objetivo de la actividad y de forma general explicará lo que se realizará.

- **Objetivo de la actividad:** Producir un medicamento (Aspirina) similar al encontrado en las farmacias.
- **Explicación.** Los alumnos recordarán el proceso para producir un medicamento planteado en la actividad 1.1, y se escribirá en el pizarrón, logrando algo como lo siguiente:



Se llevará a cabo por equipo. Deberán presentar el medicamento final con 10 tabletas de ácido acetilsalicílico (AAS), similar a las de Aspirina®.

Para la síntesis del principio activo, los alumnos deben investigar y presentar las síntesis de AAS mediante la cual obtendrán el principio activo de su medicamento, así como determinar la cantidad de AAS que deberán sintetizar, considerando el número de tabletas y de principio activo de cada una; para esto el profesor puede determinar mediante cálculos estequiométricos, y considerando que la mayoría de las síntesis de este producto tienen un rendimiento máximo del 70%, la cantidad de reactivos necesaria para obtener cierta cantidad de producto, se considera que el profesor lo lleve a cabo debido a que los temas de mol y de estequiometría no han sido abordados, en caso de que estos ya se hayan tratado en clases anteriores los alumnos deberán llevar a cabo los cálculos. Se les comentará que en caso de no sintetizar la cantidad de AAS necesaria se les proporcionará del dispuesto en el laboratorio.

Por ejemplo: Para producir 5 g de AAS, debemos considerar que el rendimiento máximo es del 70 %, por lo tanto, si deseo obtener 5 g finales debo utilizar reactivos para producir 7.15 g. Considerando el ácido salicílico como reactivo limitante y la reacción es un mol de AAS por un mol de ácido salicílico:

7.15 g de AAS = 0.04 mol de AAS (peso molecular 180.16 g/mol)

0.04 mol de ácido salicílico (peso molecular 138.12 g/mol) = 5.53 g de ácido salicílico

El profesor deberá mencionar que la síntesis debe considerar los reactivos y el material con el que disponga el laboratorio escolar, además de que deberán buscar en fuentes confiables para asegurarse que el AAS sea sintetizado. Una vez investigada la síntesis, los alumnos la presentarán al profesor para que éste revise la disponibilidad de los materiales mas no la síntesis, ya que los alumnos serán responsables de su trabajo de investigación.

EJEMPLO:

- 1. Pesar 2.0 g de ácido salicílico.*
- 2. En un matraz Erlenmeyer de 100 mL pesar 4.0 de anhídrido acético.*
- 3. Adiciona el ácido salicílico al matraz y agita las dos sustancias hasta producir una mezcla homogénea.*
- 4. Añade tres gotas de ácido sulfúrico concentrado.*

5. *Calienta a 35 °C.*
 6. *Inmediatamente la temperatura se elevará hasta 45 °C.*
 7. *La masa cristalina producida se introduce en 40 mL de agua y se hierve por corto tiempo para destruir el exceso de anhídrido acético.*
 8. *Retirarlo del fuego y dejarlo enfriar.*
 9. *Filtrar los cristales de ácido acetilsalicílico al vacío.*
 10. *Lava con agua hasta que no tenga reacción de ácido sulfúrico, comprobar con papel indicador.*
 11. *Si el punto de fusión es bajo se recrystaliza en alcohol diluido.*
 12. *Describe el aspecto de los cristales y compara con la bibliografía.*
- Medidas de seguridad:**
- Ten cuidado al manipular el anhídrido acético.*
- Lava tus manos con agua y jabón al terminar la actividad.*

Para la elaboración de la forma farmacéutica, el profesor indicará posteriormente el material y método que se llevará a cabo para elaborar las tabletas de AAS; lo mismo para el acondicionamiento.

Al finalizar la explicación, el profesor deberá asegurarse de que las indicaciones se han entendido, cada sesión preguntará a los estudiantes lo que van a realizar para garantizar que han comprendido las actividades.

Todas las actividades que involucran la producción de tabletas de AAS deberán ir juntas y separadas del resto de las actividades en el portafolio; éste debe contener:

- Reporte de lo realizado (diagrama de flujo), problemas presentados y soluciones, y resultados.
- ¿Qué aprendimos? (Reflexión individual y grupal).

Una vez terminadas de producir las tabletas, los equipos presentarán su trabajo final, para lo que tendrán que escribir un cartel y decidirán cómo presentarán su producto como si lo

estuvieran vendiendo. Recordarles que la parte del portafolio, el cartel y la presentación es el 20 % de su calificación.

2.2. Síntesis del principio activo (ácido acetilsalicílico, AAS)

GAI:3

Material

- Diagrama de flujo individual
- Reactivos y material de laboratorio determinado por cada equipo

Actividad extraclase. *Actividad 2.2*

- Investigación de la síntesis de AAS. Diagrama de flujo individual con el procedimiento. Los alumnos investigarán y determinarán qué procedimiento de síntesis del ácido acetilsalicílico utilizarán para producir la cantidad que consideren necesaria para la fabricación de sus tabletas. Deberán considerar los reactivos y material existente en el laboratorio escolar, y el tiempo.

El profesor revisará con anterioridad el procedimiento, con la finalidad de guiar a los estudiantes y verificar sus solicitudes de material y reactivos, así como la duración máxima de la reacción (30 min). La finalidad no es modificar la síntesis, ya que es responsabilidad de los alumnos buscar en fuentes confiables pues de eso depende la obtención del principio activo de su medicamento.

- Investigación y realización de un rotafolio con las características de los reactivos que utilizarán, para lo que es necesario que el profesor proporcione a los alumnos los recipientes con las sustancias para que determinen sus características de seguridad; investigarán las consecuencias por intoxicación y también lo escribirán. Realizarán uno o dos por equipo, ya que algunos reactivos se repetirán y sólo se necesita uno para cada uno.

Metodología

Al iniciar la clase los alumnos solicitarán y recogerán material y reactivos.

Los alumnos presentarán su rotafolio con las características de los reactivos que van a manejar, con la finalidad de que toman las medidas de seguridad necesarias, además de que conozcan a las sustancias con las que trabajarán.

Posteriormente trabajarán de acuerdo a su diagrama de flujo.

El profesor deberá estar pendiente del trabajo de los alumnos, para evitar accidentes y resolver las dudas que tengan los alumnos.

Al finalizar, lavarán el material y dejarán limpio su lugar de trabajo. El producto final (se espera que sea el AAS) se dejará en un papel filtro al aire libre para que se seque y se pueda trabajar con él la siguiente sesión.

2.3. Caracterización del AAS

GAI: 1

Material

Por grupo

- Aparato Fischer

Por equipo

- 2 Vidrios de reloj
- Agitador de vidrio
- Balanza

Reactivos

- Alcohol etílico
- Agua destilada

Metodología

Para calcular el rendimiento de la reacción, los alumnos pesarán su producto y realizarán el cálculo mediante regla de tres considerando que 5 g de AAS es el 70 % de rendimiento.

Los alumnos determinarán si el producto obtenido de su reacción es lo esperado, AAS. El profesor proporcionará las características del AAS según la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (FEUM, 2008) y el punto de fusión (p.f.).

Color. Polvo blanco cristalino

Solubilidad. Muy soluble en alcohol. Poco soluble en agua.

Punto de fusión. 135 °C

En una tabla colocarán las características del AAS, las características de su producto, si éste cumple o no, y su conclusión ¿es o no AAS? y el rendimiento de la reacción.

Ejemplo de la tabla

Característica	AAS	Producto	Cumple
Color			
p.f.			
¿El producto es AAS?			
Rendimiento			

Para determinar el p.f. cada equipo colocará un cristal de su producto sobre la placa de calentamiento, encenderá el aparato y observará a través de la lupa el momento en que el cristal se funde y la temperatura que indica el termómetro cuando esto sucede. *Mencionarles que deben estar más atentos cuando la temperatura sea la cercana al p.f. esperado.* Al finalizar, cada equipo apagará el aparato, lo limpiará y con un trapo húmedo enfriará la placa de calentamiento.

En caso de no contar con el aparato se sigue la siguiente metodología:

Materiales

- Parrilla eléctrica
- Tubos capilares
- Termómetro 0 °C a 200 °C
- Vaso de precipitados de 25 mL
- Liga o anillo de hule
- Soporte universal
- Pinza de tres dedos
- Aceite mineral

 Procedimiento

1. Sellar en la llama del mechero ambos extremos de un tubo capilar. Cortarlo a la mitad. (Esto lo realizará el profesor).
2. Empacar cada uno de los medios capilares con el posible AAS, 0.5 cm de altura del sólido bastará.
3. Usar la liga o anillo de hule para sujetar uno de los capilares al termómetro, de forma que quede a la altura del bulbo.
4. Llenar $\frac{3}{4}$ partes del vaso de precipitados con aceite mineral y colocarlo sobre la parrilla de calentamiento.
5. Sumergir en el aceite el bulbo del termómetro con el capilar que contiene la muestra, cuidando que no le entre aceite.
6. Fijar el termómetro con la pinza de tres dedos y el soporte sin que éste toque la base del vaso.
7. Calentar el baño de aceite aproximadamente a 2 °C / min y registrar la temperatura a la cual ocurre la fusión.
8. Permitir que el aceite se enfríe 20 °C por debajo de la temperatura de fusión y repetir el procedimiento con el segundo capilar (Gómez).

También deben determinar el rendimiento de la reacción con base a los cálculos realizados por el profesor para determinar la cantidad de reactivos.

 2.4. Elaboración de la forma farmacéutica (tabletas)

Una vez que los alumnos han sintetizado el principio activo, el profesor explicará el procedimiento para formar las tabletas.

 Material

Por equipo

- Balanza eléctrica
- Vidrio de reloj

- Bolsa de plástico transparente, mediana
- Tamiz de plástico
- Jeringa de 10 mL o del ancho que se desee la tableta sin la punta

Sustancias

- Celulosa microcristalina P.H 102

Metodología

1. Según las indicaciones de la caja de Aspirina, establecer la cantidad de principio activo (ácido acetilsalicílico).
2. Pesarse una tableta de Aspirina para determinar la cantidad de excipiente que contiene.

Los dos puntos anteriores ya fueron determinados en la Actividad 1, por lo que sólo se realizarán en caso de no contar con ellos.

3. Pesarse la cantidad de celulosa microcristalina (excipiente) y la cantidad de principio activo necesarias para formar las tabletas. *En caso de no ser suficiente el AAS sintetizado por los alumnos el profesor les puede proporcionar del que se encuentra en el laboratorio.*
4. Tamizar (colar) cada sustancia y colocarlas juntas en la bolsa de plástico. Mezclar con la ayuda de la bolsa con aire.
5. Introducir la mezcla en la jeringa para tabletear. Taparla con un pedazo de papel.
6. Presionar el émbolo hacia la mesa.



7. Recoger la tableta.

Nota: *En caso de poder formar las tabletas, se puede intentar formarlas directamente en el blister donde se acondicionará el medicamento.*

2.5. Acondicionamiento

Una vez producidas las tabletas necesarias los equipos deberán determinar como presentarán sus tabletas, por ejemplo, blister, frasco, etc. Recordar que las etiquetas deben contener las indicaciones similares a las de la caja de Aspirina, de ser posible pueden investigar qué debe contener o el profesor les puede proporcionar esa información.

2.6. Conclusión

Material

Por equipo

- Cartel con el resumen de su trabajo
- Producto final

Actividad extraclase. *Actividad 2.6*

Cada equipo realizará un resumen de lo realizado y sus resultados en forma de cartel.

Metodología

Para cerrar la actividad los alumnos realizarán lo siguiente:

Una vez terminada la actividad de laboratorio, los alumnos responderán una pregunta con la finalidad de determinar si las tareas realizadas en esta actividad han sido aprendidas significativamente y las pueden integrar para explicar lo sucedido.

De acuerdo a la actividad anterior y a tus conocimientos previos responde a las siguientes preguntas:

1. Durante todo el proceso de elaboración, identifica en dónde ocurrió una reacción química y en dónde hubo mezclas. Justifica tu respuesta.

Primero será respondida de forma individual, posteriormente en equipo elaborarán una sola respuesta que será compartida al grupo, el cual detectará errores y los corregirá con ayuda del profesor.

Posteriormente cada equipo hará la presentación al grupo de su producto final y el cartel; contarán con 5 minutos máximo para la presentación y 2 min para responder alguna pregunta planteada por algún compañero o por el profesor.

Al finalizar las presentaciones, el profesor preguntará cuál fue la mejor síntesis de las utilizadas por el grupo para sintetizar AAS, haciendo énfasis en las condiciones de reacción y el rendimiento.

ACTIVIDAD 3

MEZCLAS Y SUSTANCIAS

Es importante que los alumnos aprendan a diferenciar entre una sustancia y una mezcla, y que estos conceptos queden claros al momento de abordar el tema de reacción química.

Objetivos

Que el alumno

- Identifique si algunos medicamentos son mezclas homogéneas o heterogéneas.
- Imagine las sustancias y mezclas a nivel submicroscópico.

Temas que apoya

Estructura de la materia, mezclas y sustancias.

Descripción general

Durante la actividad, los alumnos observarán a simple vista sustancias y mezclas, al darse cuenta de que no pueden determinar su estructura la modelarán para entender la diferencia entre una sustancia y una mezcla a nivel submicroscópico. Utilizarán la clasificación de mezclas homogéneas y heterogéneas únicamente a nivel macroscópico.

Duración

1 sesión de 2 horas.

Subactividades

Esta actividad se divide en dos subactividades:

3.1. Diferenciando mezclas de sustancias a nivel submicroscópico

Material

- Diurex
- Hoja de papel bond
- Crayolas o colores
- Vidrio de reloj

Sustancias

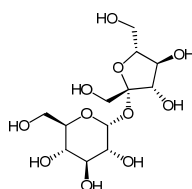
- Cloruro de sodio
- Sacarosa

Metodología

El profesor repartirá un poco de cada polvo a los equipos, los cuales ya tienen pedazos de papel etiquetados con el nombre de cada uno.

A un pedazo de diurex se pegará un polvo y se etiquetará, se hará lo mismo con todos los polvos; esto con la finalidad de facilitar a los alumnos la observación.

Para dibujar cómo se verían esas sustancias a nivel submicroscópico el profesor indica que la figura geométrica representará la unidad más pequeña de la sustancia, molécula o fragmento más pequeño de la red cristalina.



Sacarosa

Cloruro de sodio

NaCl

En la hoja, los alumnos marcarán en la mitad superior 2 casillas, una para cada sustancia, una vez asignadas las figuras los alumnos dibujarán cómo creen que se ven en su parte más pequeña.

Al terminar, algunos equipos pueden pasar a dibujar su modelo, el cual será comentado por todos.

El profesor hará énfasis en que las sustancias son sólidos en forma de cristales, por lo tanto, al comentar los modelos guiará a los alumnos a entender que, como son sólidos, las partículas deben estar juntas y ordenadas. *Debe mencionar y aclarar que el que estén juntas y no fluyan no significa que estén estáticas.*

En la mitad inferior de la hoja dibujarán su nuevo modelo, si es que hicieron correcciones.

Posteriormente cada equipo hará una mezcla con los polvos, la pegará al diurex y la observará para especificar si son homogéneas o heterogéneas.

Colocarán el diurex en el vidrio de reloj y le agregarán agua para disolver o dispersar los polvos. Deberán indicar si la mezcla es homogénea o heterogénea.

Se les debe comentar que con lo que se está trabajando ahora es un líquido, el agua se va a suponer pura y se representará con otra figura geométrica. *Deben considerar el tipo de modelo de enlace de cada sustancia.*

El profesor tendrá una probeta con agua y le agregará un poco de colorante sin mezclar. Pedirá a los alumnos que observen cómo se está pintando el agua sin moverla, y se les preguntará por qué creen que pasa eso; el profesor los guiará para que concluyan que es porque las moléculas se están moviendo y se pinta toda el agua porque en el poco colorante que se agregó hay muchas moléculas que logran pintar toda el agua. *Esto con la finalidad de que no crean que un cristal está formado por dos moléculas al momento de dibujar la mezcla.*

En la parte posterior de la hoja marcarán 4 casillas, en la superior izquierda dibujarán su modelo de mezcla, una vez concluido, algunos equipos pasarán a dibujarlo al pizarrón y, de igual forma que con las sustancias será comentado. *Las figuras no deberán estar ordenadas ni tan juntas. Además el profesor deberá recalcar que la clasificación de mezcla homogénea o heterogénea es sólo a nivel macroscópico.*

Una vez comentados los modelos, volverán a hacer su dibujo con las correcciones que considere el equipo, en la casilla superior derecha. Recordarles que no olviden identificar cada dibujo.

Al finalizar se les pedirá que, individualmente en una hoja, escriban lo que es una sustancia y lo que es una mezcla; posteriormente compartirán sus ideas con el resto de sus compañeros de equipo y escribirán una nueva definición en la parte inferior trasera de la hoja. El profesor determinará si los alumnos ya utilizan la teoría corpuscular para dar sus explicaciones.

3.2. Análisis de medicamentos. Clasificación mezclas homogéneas y heterogéneas

Material

- Hoja blanca de papel bond
- Crayolas o colores
- Medicamentos en empaques transparentes. *Mencionarles que no se abrirán por lo que seguirán sirviendo; además que es necesario llevar tanto líquidos como sólidos.*

Metodología

Observarán por equipo sus medicamentos y en la parte delantera de la hoja los clasificarán en mezclas homogéneas o heterogéneas. Elegirán uno para modelar su estructura.

En este caso, cada equipo asignará la figura que simbolizará cada sustancia, principio activo y excipiente o excipientes, si es que consideran poner mas de uno.

En la parte trasera de la hoja marcarán 4 casillas, en la superior izquierda dibujarán su modelo de medicamento; una vez concluido, algunos equipos pasarán a dibujarlo al pizarrón y será comentado por todos los alumnos. *Mencionarles que se está suponiendo que los granos de los polvos de cada sustancia son tan pequeños como el tamaño de una molécula, es por eso que se dibujará un modelo a nivel submicrosicópico.*

Una vez comentados los modelos, volverán a hacer su dibujo con las correcciones que considere el equipo, en la casilla superior derecha. Recordarles que no olviden identificar cada dibujo.

Al finalizar, se les pedirá que reescriban sus definiciones de sustancia y mezcla de la actividad anterior en la parte trasera inferior de la hoja. *El profesor determinará si los alumnos ya utilizan la teoría corpuscular para dar sus explicaciones.*

En la parte delantera escribirán por equipo sus definiciones de mezcla homogénea y heterogénea. Se compartirán al resto del grupo y se integrará una sola definición.

ACTIVIDAD 4

REACCIÓN QUÍMICA Y CONDICIONES DE REACCIÓN MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE LA TEORÍA CORPUSCULAR

Objetivos

Que los alumnos:

- Construyan un concepto de reacción química que involucre el nivel submicroscópico.
- Entiendan el efecto de algunas condiciones de reacción (temperatura y presencia de un catalizador) en la reacción química.

Descripción general

Para cumplir con los objetivos, se proponen: actividades demostrativas para analizar a nivel macroscópico lo relacionado con el tema reacción química; y la utilización de clips para modelar lo que sucede a nivel submicroscópico en una reacción química y cómo influyen las condiciones de reacción.

Duración

2 sesiones con un total de 3 horas; 1 de 1 hora y 1 de 2 horas.

Nota: Se sugiere escribir en el pizarrón la ley de la conservación de la materia: *“La materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma”*. Preguntar a los alumnos qué piensan de lo que está

escrito en el pizarrón e intentar aclarar sus ideas. No es necesario profundizar, pero es un buen momento para introducirla si es que no se ha hecho.

Subactividades

4.1. Reacción química

Material

Para el profesor

- 4 jeringas de 5 mL c/u
- 2 conectores de 3 vías. (Se consigue en donde venden material para hospitales)
- 4 vasos de pp de 50 mL o vasos desechables.

Por equipo

- Hoja blanca
- Crayolas o colores

Reactivos

- Yoduro de potasio (KI)
- Nitrato de plomo $[Pb(NO_3)_2]$
- Aceite
- Agua

Metodología

Solicitar a los estudiantes que un lado de la hoja en la que van a trabajar lo dividan en seis con dos líneas horizontales y otra vertical a la mitad. *Mencionarles que no es necesario que queden perfectos, para evitar que se tarden demasiado. Ejemplo:*

Discutir entre los integrantes del equipo qué es una reacción química y qué entienden o cuáles

son las condiciones de reacción.

En el recuadro superior izquierdo escribir lo que acordaron entre los integrantes del equipo acerca de qué es una reacción química.

En el recuadro superior derecho escribir qué es o cuáles son las condiciones de reacción. Apartar la hoja para tareas posteriores.

En el caso de la siguiente tarea se propone una demostración experimental debido a lo contaminante de los reactivos. *Se puede sugerir a los alumnos que con ayuda del celular graben lo que pase durante las demostraciones, con la finalidad de recordar lo sucedido a nivel macroscópico durante la actividad 4.3.*

Mostrar a los estudiantes los recipientes con agua y aceite. Preguntarles qué es cada uno y sus características, hasta que concluyan que son sustancias.

Mostrar los frascos o los polvos de KI y $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y hacer lo mismo que en el punto anterior.

Tomar un poco de las sustancias del punto anterior y mezclarlas por separado en agua en los vasos de precipitados o en los vasos desechables. Hacerlo mientras los estudiantes lo están observando. Preguntarles qué es lo que está en los vasos, hasta que lleguen a la conclusión de que son mezclas. Permitir que comenten que es lo que están viendo.

Tomar, con la ayuda de las jeringas, cada una de las sustancias y de las soluciones, teniendo cuidado de no mezclarlas.

Con un conector de tres vías unir las jeringas que contienen agua y aceite, acomodar la llave para que sea lo único conectado. *Revisar que estén bien conectados antes de empezar a mezclar.*

Preguntar a todo el grupo ¿qué tienen en cada jeringa? ¿cómo son los líquidos que ven? y ¿qué creen que pasará?, se espera que todos estén de acuerdo en que no se mezclarán porque el agua y el aceite no se juntan.

Pedir a un alumno que empuje el émbolo de una jeringa para mezclar ambas sustancias, repetir esto hasta que ya no puedan distinguir a simple vista ambas sustancias.

Una vez mezcladas perfectamente separarlas del conector y apartar las jeringas. Preguntarles

qué creen que pasará con lo que hay en las jeringas, no inducirlos a ninguna pregunta.

Al otro conector unir las jeringas con ambas soluciones y acomodar la llave para que sólo estén conectadas las soluciones. Preguntar ¿qué tiene cada jeringa? ¿cómo son los líquidos que ven? y ¿qué creen que pasará? *Revisar que estén bien conectados antes de empezar a mezclar.*

Mezclar ambas sustancias empujando el émbolo de una jeringa. *Pedirles que estén muy atentos a lo que va a pasar.*

Retomar las jeringas que tenían la mezcla agua-aceite y observar cómo se van separando ambas sustancias. Preguntar ¿qué fue lo que pasó?, se espera que concluyan que era una mezcla.

Comparar las jeringas anteriores con las del líquido con el precipitado amarillo. Preguntar ¿qué fue lo que pasó?, intentar que lleguen a la conclusión de que hay una nueva sustancia, y que ocurrió una reacción química.

Por equipo comentarán y escribirán en el recuadro central izquierdo de la hoja la nueva definición de reacción química.

Desechar el contenido de las jeringas en recipientes de desecho. *Se les puede mencionar el por qué no hacerlo al desagüe, por ejemplo, lo tóxico del plomo y lo contaminante del aceite.*

4.2. Condiciones de reacción, temperatura y presencia de un catalizador

Actividad 4.2.1

Demostración experimental “Descomposición del peróxido de hidrógeno usando catalizadores”

Material

- 1 charola
- 3 vasos de precipitado o vasos desechables de 250 mL
- 3 jeringas de 5 mL
- 3 palitos de madera de aproximadamente 15 cm de largo
- Mechero o encendedor

Sustancias

- 15 mL de H₂O₂ al 15%

- 3.0 mL de jabón líquido para trastes aproximadamente al 20%
- 0.2 mg de MnO_2
- 0.2 mg de Fe_2O_3
- 0.2 mg de PbO_2

Metodología

Antes de la demostración

1. Tomar 5 mL de H_2O_2 15 % en cada una de las jeringas.
2. Colocar cada uno de los polvos frente a un vaso. Ponerlos en la charola.

Nota: *Se sugiere a los profesores hacer la actividad antes de mostrarla a los alumnos para comprobar la concentración del H_2O_2 , ya que de no estar lo suficientemente concentrado la espuma no se formará y los alumnos no notarán el cambio.*

Demostración

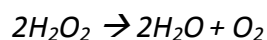
Colocar en cada vaso aproximadamente 1 mL de jabón líquido diluido (mencionar a los alumnos que únicamente es jabón). Mostrar a los alumnos cada uno de los polvos, si es posible pedirles que anoten en su cuaderno o el pizarrón las características de cada uno. Verter cada polvo en el vaso que le corresponda y mezclarlo con el jabón, sólo para que todo el polvo esté en contacto con el jabón.

Pedir a dos estudiantes que tomen dos jeringas con el H_2O_2 , al igual que el profesor. Al mismo tiempo verter el contenido de las jeringas en cada uno de los vasos. *Es importante que los alumnos estén atentos a lo que va a suceder. La espuma comenzará a subir en algunos casos (sólo en los que los polvos sean catalizadores), esperar hasta que la velocidad en que aumente el volumen de espuma disminuya.*

Preguntas para los estudiantes

¿Por qué en algunos casos subió la espuma? *El profesor debe mencionar que para que se forme la espuma es necesario un líquido, como el jabón, y un gas, que se encuentra dentro de las burbujas de jabón.*

¿Qué gas se desprendió? *Permitir a los estudiantes que respondan lo que crean. Posteriormente, el profesor anotará en el pizarrón la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno:*



Para comprobar que el gas que se desprendió es O_2 quemar, al mismo tiempo, los tres palitos de madera y apagar la flama, pero evitando que se apague por completo (la madera quedará roja). Sumergir cada palito en la espuma, no importa que no sea simultáneo, observar la luz dentro del vaso. Recordar a los alumnos que para que se produzca fuego debe existir un combustible, en este caso la madera, y un comburente, el oxígeno; por lo tanto, se comprueba que lo contenido en la espuma es O_2 , según lo planteado en la ecuación.

Pedir a los estudiantes que observen el estado final de los polvos agregados inicialmente y lo comprueben con el inicial.

Preguntas para los estudiantes

¿Por qué en algún (os) vaso (s) no se produjo espuma? *Se espera que concluyan que fue porque no se llevó a cabo la reacción o porque no se descompuso el H_2O_2 .*

Entonces ¿para qué sirvieron los polvos que sí formaron espuma, si no aparecen en la reacción? *Considerar que no hubo cambio en los polvos. El profesor guiará a los estudiantes a la conclusión de que sólo sirvieron para favorecer la reacción, pero no son parte del producto, o no reaccionan. El profesor en este momento puede mencionar que a esas sustancias se les llama catalizadores o esperar que los alumnos lo respondan al preguntarles ¿cómo se les llama a esas sustancias?*

¿Cuáles son las características de los catalizadores?

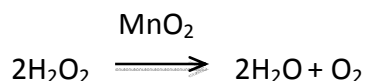
¿Cómo representarían la reacción incluyendo al catalizador?

La últimas dos preguntas pueden ser respondidas para entregar, y deberán considerarse características que se pudieron apreciar con la demostración, como los catalizadores:

- Aceleran una reacción.

- Hay catalizadores específicos para cada reacción. No todas las sustancias pueden ser catalizadores de alguna reacción.
- No sufren modificaciones.

Por ejemplo:



Precauciones

- Usar lentes de protección.
- Al trabajar con el peróxido de hidrógeno utilizar guantes.
- Es responsabilidad del profesor trabajar con las medidas de seguridad considerando la evaluación de riesgos.
- No inhalar ninguno de los polvos.
- En caso de contacto con la piel enjuagar con abundante agua.

Manejo de los desechos

Se puede hacer un tratamiento por precipitación o floculación de los metales. Si no se hace un tratamiento previo, se deben entregar a una empresa especializada para que los disponga. Los lodos resultantes de la precipitación se deben desactivar mediante encapsulamiento con cal u otro tratamiento adecuado y enviarlos a confinamiento.

Actividad 4.2.2

Demostración experimental “POE (Predicción observación explicación) Desprendimiento de CO₂ de acuerdo a la temperatura”

Material

- 2 vasos de precipitado de 250 mL
- 1 agitador de vidrio

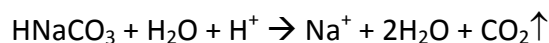
Sustancias

- 4 mL de jabón líquido para trastes incoloro
- 2 tabletas de Alka-selzer
- Colorante vegetal líquido

Metodología

Antes de la demostración

Explicar a los alumnos que uno de los componentes de la tableta de Alka-selzer es el bicarbonato y que al mezclarse con agua acidificada reacciona para formar dióxido de carbono, además la tableta contiene ácido acetilzalicílico lo que acidifica el agua del vaso permitiendo que se lleve a cabo la reacción. Escribirles la reacción en el pizarrón.



Demostración

En un vaso de precipitado colocar 150 mL de agua hirviendo (a una temperatura mayor a 90°C), en otro 150 mL de agua fría (a una temperatura menor a 10°C). Agregar a cada vaso 2 mL de detergente líquido.

Antes de agregar la tableta de Alka-seltzer pedir a los alumnos que, de manera individual y recordando la reacción química que se explicó, escriban en una hoja la “predicción” o lo que creen que pasará en cada uno de los vasos (en el de agua caliente y en el de agua fría). Además deben justificar su explicación.

Agregar la tableta de Alka-selzer a cada vaso. Observar cómo la espuma sube en cada vaso.

En la misma hoja donde escribieron su explicación deben escribir detalladamente lo que paso en los vasos o su “observación”.

Preguntar a uno o dos alumnos qué fue lo que vieron y qué gas creen que se desprendió para formar la espuma, deberán llegar a la conclusión de que es CO₂, un producto de la reacción.

Para terminar con la demostración, separar la espuma de los vasos y agregar a cada uno una gota de colorante. Pedir a los alumnos que observen cómo se dispersa el color en cada caso.

Preguntarles, sólo para que reflexionen no para que lo comenten, cómo creen que se mueven las moléculas a bajas y a altas temperaturas, deben recordar lo que pasó con el colorante donde

se observa cómo se mueven más rápido las partículas de color en el agua caliente, entonces eso cómo afecta la reacción química observada.

*Por último deberán escribir en la hoja el por qué creen que pasó en cada vaso con relación a la espuma o su “**explicación**” a lo observado, pedirles que expliquen también qué es lo que pasó con las moléculas o a nivel submicroscópico.*

Escribir el recuadro central derecho de la hoja de trabajo de la Actividad 4.1 la nueva definición de condiciones de reacción y las características de las 2 analizadas (temperatura y presencia de un catalizador).

4.3. Explicación a nivel molecular de reacción química y condiciones de reacción.

Material

Por equipo

- 10 clips grandes blancos (aceite)
- 10 clips grandes amarillos (agua)
- 1 bolsa Ziploc chica
- 1 clip grande rosa
- 10 clips pequeños amarillos (potasio)
- 10 clips pequeños azules (nitrógeno)
- 10 clips pequeños verdes (yodo)
- 30 clips pequeños blancos (oxígeno)
- 5 clips pequeños rojos (plomo)
- 20 imanes pequeños

Para el profesor

- Proyector y computadora
- Animación “Descomposición del peróxido de hidrógeno” (CD)

Metodología

Método A: Preparando las entidades. Para ahorrar tiempo lo deberá hacer el profesor.

1. A cada clip pequeño verdes atorarle un imán. Los clips pequeños verdes simularán el I, y al ser el KI un compuesto iónico, el imán simulará la carga negativa, para representar el yoduro (I^-).
2. A cada clip pequeño azul enlazarlos con 3 tres clips pequeños blanco. Clips enlazados representan enlaces covalentes, por lo tanto, representarán la molécula de NO_3 , pero al igual que la anterior al ser el $Pb(NO_3)_2$ un compuesto iónico es necesario atorar un imán en uno de los clips bancos, para representar el anión nitrato (NO_3^-).

Método B: Mezclas. Se retomará el tema de mezclas (Actividad 4.1), esperando que los estudiantes logren diferenciar entre lo que sucede en una reacción y en una mezcla a nivel molecular.

1. Introducir en la bolsa los clips grandes, inflarla y cerrarla.
2. Explicar que los clips amarillos representan las entidades mas pequeñas que forman la sustancia aceite y los blancos las entidades que forman la sustancia agua.
3. Agitarán la bolsa para simular lo que sucedió en las jeringas. *Es importante aclarar que las entidades están en constante movimiento, pero al agitarlas se mueven con mayor velocidad.*
4. Preguntar a los alumnos ¿qué es lo que pasó con las entidades de cada sustancia?, hasta que recuerden y concluyan que las entidades de cada sustancia permanecen, por lo tanto, es posible separarlos por métodos físicos, si es necesario, pueden sacar los clips y separar los amarillos (aceite) de los blancos (agua), aunque es necesario regresarlos a la bolsa para la siguiente actividad.

Método C: Temperatura

1. Preguntar a los alumnos ¿qué es lo que sucede con la temperatura? Y conducirlos o mencionarles que las entidades según la temperatura se moverán mas rápido o más

lento. *Es importante aclarar que aunque la temperatura descienda nunca dejarán de moverse las entidades.*

2. Pedirles que simulen el aumento de temperatura en la mezcla que tienen dentro de la bolsa, podrán agitarla más rápido y, al pedirles que la disminuyan, la agitarán más lento.

3. Preguntar ¿qué es lo que pasa cuando se mueven más rápido las entidades? *conducirlos para que concluyan que hay un mayor choque entre ellas.*

4. En este caso estuvieron trabajando con una mezcla, pero mencionar que eso pasa con todas las sustancias.

Método D: Modelando la reacción

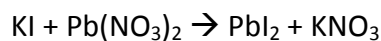
1. Escribir en el pizarrón el significado de cada clip y la reacción química.

Amarillo + imán = yoduro

Verde = potasio

Rojo = plomo

Azul + 2 blancos + (1 blanco + imán) = nitrato



2. Pedir que con los clips formen las entidades de los reactivos. Identificar qué representan las entidades de los polvos blancos que se disolvieron en agua.

3. Viendo la reacción en el pizarrón, pedirles que formen los productos. La cantidad de clips es la necesaria para que no sobren reactivos. *Si el profesor lo considera pertinente, se puede hablar de energía.*

Método E: Primero, mezclar para que puedan reaccionar

1. Volver a formar los reactivos.

2. Hacer dos grupos A y B con los equipos, los equipos A sólo tendrán modelos del KI y los equipos B sólo los del $Pb(NO_3)_2$.

3. Pedirles que vuelvan a formar los productos.

4. Una vez que comienzan a pedir el reactivo que les falta, hacerlos que concluyan

que para las que sustancias puedan reaccionar es indispensable que sus entidades estén en contacto, recordar lo que pasó en la bolsa, es decir, primero se forma una mezcla de reactivos y de igual manera se puede obtener una mezcla de productos.

5. Es un buen momento para retomar lo que pasa con la temperatura, si es necesario que las entidades estén en contacto, preguntar ¿qué pasará si aumentamos la temperatura?

6. Regresar los reactivos a los equipos correspondientes para que todos tengan tanto el KI como el $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Método F: Catalizador

1. El clip rosa grande que tiene cada equipo abrirlo, a manera que quede como un gancho.

2. Pedir a los estudiantes que, con ayuda del gancho formen los productos. Es decir, utilizar el gancho como catalizador.

3. Mencionar que el gancho tuvo que estar en la mezcla, pero esta esta sustancia no se modificó. Es importante hacer la aclaración de que, aunque parece más fácil formar los productos con las manos, esto no pasa en la realidad, pues en las jeringas ellos no metieron las manos para formar el polvo amarillo.

Para evitar que los alumnos se formen ideas alternativas con relación a los catalizadores se les mostrará la animación “Descomposición del peróxido de hidrógeno”, en donde se observa cómo con la presencia de un catalizador la reacción se lleva a cabo de forma más rápida.

Método G: Concentración. *En caso de no contar con el suficiente tiempo esta actividad puede ser omitida.*

1. A los equipos “A” pedirles que guarden la mitad del KI, y a los equipos “B” que guarden la mitad del $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

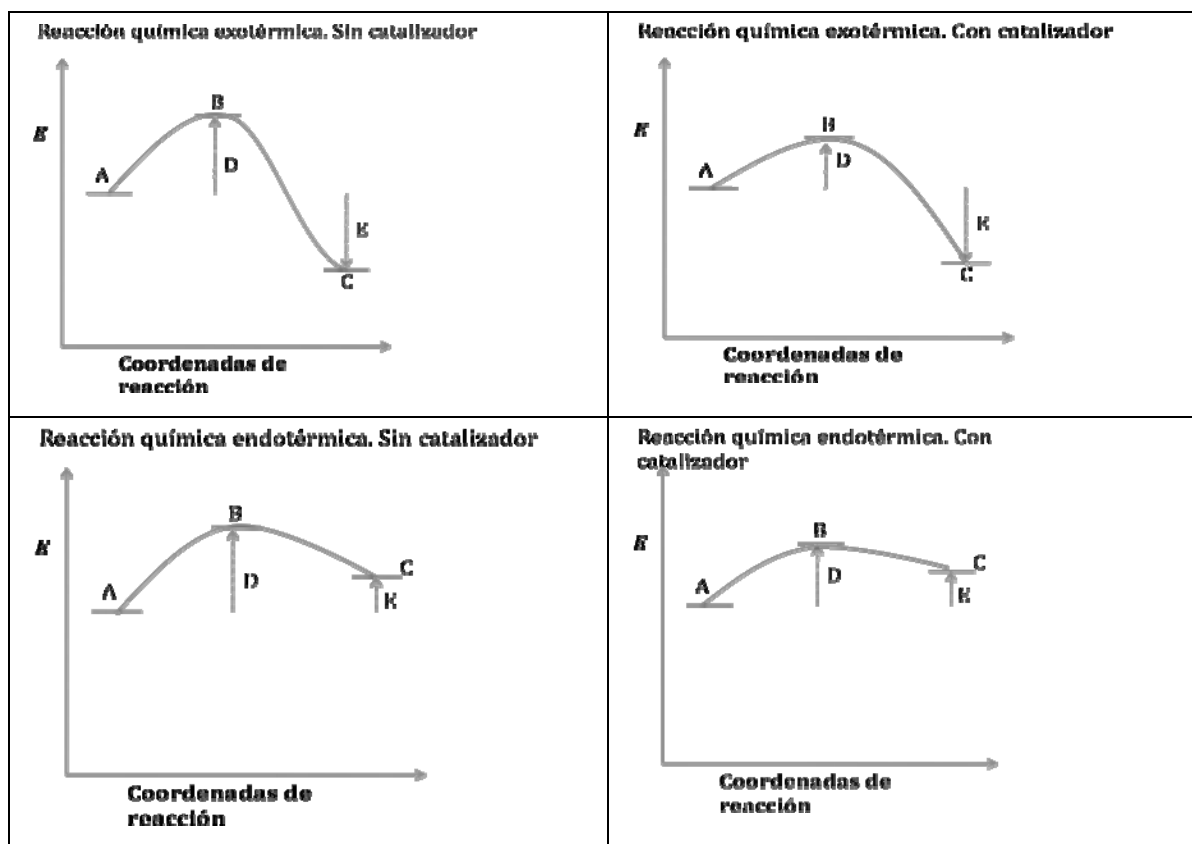
2. A todos pedirles que formen los productos. Preguntarles ¿qué pasó?, concluirán que la cantidad de productos fue menor que cuando tenían todos los reactivos iniciales,

además de que algunos reactivos seguirán en la mezcla. Por lo tanto, la concentración de los reactivos determina la concentración de los productos. Si el profesor lo considera pertinente se puede introducir el concepto de reactivo limitante, donde para los equipos "A" será el KI y para los equipo "B" el $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, es importante que ellos lo concluyan al sólo preguntarles ¿cuál reactivo limitó que pudieran formar mas productos?

Método H: Gráficas y energía en reacción química endotérmica y exotérmica

1. Para concluir el tema de reacción química y condiciones de reacción se analizarán y explicarán las siguientes 4 gráficas:

Nota: Los alumnos ya saben que una reacción química endotérmica es aquella en la que la energía que se libera es menor a la energía que se emplea (energía de activación) y una reacción química exotérmica es aquella en la que la energía que se libera es mayor a la energía que se emplea.



A = energía de los reactivos

B = estado de transición

C = energía de los productos

D = energía de activación

E = energía liberada o absorbida

Método I: Conclusión

1. Hacer las siguientes preguntas:
 - ¿Qué pasa en una reacción química?
 - ¿Cuáles son las condiciones de reacción?
 - ¿Cómo influyen esas condiciones de reacción?
 - ¿Cuáles fueron los productos? *Se espera que entiendan que fue una mezcla.*

Notas:

- a. *Para evitar que crean que los reactivos y productos se separan, no incitarlos a que de un lado pongan reactivo y del otro productos.*
- b. *Para evitar que crean que las características de los reactivos se conservan en los productos se puede mencionar que no importa el color de los clips, pues que tengan rojo con azul y blanco en el $Pb(NO_3)_2$ no significa que la sustancia sea morada.*
- c. *Se debe aprovechar el uso de los imanes para explicar que, en el caso de los compuestos iónicos, se forma una red cristalina, en la que el imán puede unirse no sólo a un clip que a su vez puede unirse a varios imanes, y así formar una red cristalina, a diferencia de los compuestos covalentes en el que las entidades son casi independientes.*

4.4. Imaginando la reacción

Material

- Parte posterior de la hoja utilizada en la actividad 4.1
- Crayones o lápices de colores

Metodología

1. Solicitar a los equipos que la parte posterior de la hoja donde estaban trabajando al principio de la actividad 4 la dividan en tres y que hasta arriba pongan el título de cada columna: reactivos (sustancias), mezcla de reactivos, productos (mezcla de productos).
2. En cada columna dibujarán cómo creen que las entidades se verían si pudieran observar la estructura de la materia, después de haberlo discutido entre los integrantes del equipo. Si van a utilizar modelos, como figuras, es importante que aclaren lo que representa cada una, o también pueden utilizar las fórmulas.
3. Pedir a los estudiantes que discutan y concluyan en equipo qué es una reacción química y qué son y cuáles son las condiciones de reacción.
4. En los dos recuadros sobrantes de la parte delantera de la cartulina, en el del lado izquierdo, pedir que escriban su definición actual de reacción química y en el recuadro de la derecha qué son y cuáles son las condiciones de reacción.
5. Todos los equipos discutirán de manera grupal sus definiciones, con la finalidad de que se aclaren algunos detalles y se eliminen ideas erróneas.

**ACTIVIDAD 5
CONCLUSIÓN****Objetivos**

- Mostrar a los estudiantes el mecanismo de acción de un medicamento, así como los peligros de la automedicación.
- Repasar y aplicar lo analizado en las actividades anteriores.

Temas que apoya

Medicamentos, mezclas, sustancias, reacción química, condiciones de reacción y estructura de la materia.

Descripción general

El profesor, con ayuda de una presentación que incluye videos, simulaciones, imágenes y texto, mostrará a los alumnos el proceso que se lleva a cabo para producir un medicamento y el que éste realiza para cumplir con su finalidad de mejorar la salud en el cuerpo humano. Además, los alumnos jugarán respondiendo algunas preguntas relacionadas con todos los temas y ganando puntos, de esta forma se realiza un repaso y se aclaran dudas.

Duración

1 sesión de 2 horas.

Subactividades

5.1. Medicamentos en el cuerpo humano

Material

- Proyector, bocinas y computadora
- Presentación “Medicamentos en el cuerpo humano” (CD)

Metodología

Se proyectará la presentación “Medicamentos en el cuerpo humano”, donde se explica desde la obtención de ácido salicílico hasta la eliminación del cuerpo humano. Se incluyen videos, imágenes y animaciones. Se debe mencionar a los alumnos que la idea de la presentación no es que se vuelvan expertos en medicamentos, sino que tengan idea de cómo funcionan en su cuerpo.

Al finalizar se les pedirá que reflexionen sobre la importancia y riesgos de los medicamentos, después lo comentarán en equipo y responderán a la pregunta ¿los medicamentos son bueno o malos?, para escribirla y comentarla a todo el grupo.

5.2. Resumen. Juego de preguntas

Material

Para el profesor

- Tarjetas con preguntas (Apéndice 5)
- Plumones para el pizarrón
- Diurex
- Cronómetro o reloj

Método

1. El profesor organizará al grupo para formar 4 equipos. Se recomienda que se integren de tal forma que trabajen con personas diferentes.
2. En la mitad del pizarrón deberá dibujar una tabla con las siguientes columnas: sustancia, mezcla, reacción química, condiciones de reacción y medicamentos; y las filas: macroscópico-visible y submicroscópico-estructura de la materia.

Tema Nivel	Sustancia	Mezcla	Reacción química	Condiciones de reacción	Medicamentos
Macroscópico- visible					
Submicroscó- pico- estructura de la materia					

3. Leerá y aclarará las instrucciones.

Instrucciones

- Cada equipo debe ponerle un nombre que los represente y un objeto que puedan aventar para ganar el turno de responder, como credenciales, carteras, cosas que no se rompan y no boten. Y se anotará el marcador en una cuarta parte del pizarrón.
- Se designará el orden de participación de los equipos, puede ser con papelitos.

- El profesor tiene un conjunto de tarjetas las cuales de un lado contienen el valor de la respuesta correcta y del otro la pregunta que deberá ser contestada, además del tiempo máximo para responderla. Se deben agrupar de acuerdo a su valor.
- Cada equipo elegirá una tarjeta conforme sea su turno.
- El profesor leerá la pregunta y el tiempo máximo para responderla y todos los equipos deberán anotarla, en ese momento el equipo deberá decidir si desea contestar la pregunta o no, en caso de que decidan responderla serán los únicos con esa oportunidad, teniendo el tiempo máximo indicado en la tarjeta para comentar en equipo y decir la respuesta, en caso de no responder correctamente perderán los puntos indicados en la tarjeta. En caso de optar por no responderla los demás equipos tendrán el mismo tiempo como máximo para pensarla y comentarla, el primer equipo que la tenga deberá aventar hacia el centro el objeto que representa al equipo; cuando tengan la palabra sólo un miembro del equipo dirá su respuesta. Para lograr ganar el total de los puntos que vale la respuesta debe ser contestada y clasificada, poniendo la tarjeta en la tabla del pizarrón, correctamente; en caso de que la clasificación no sea correcta solamente ganarán $\frac{3}{4}$ partes de los puntos y otro equipo, el primero que aviente su objeto, tendrá oportunidad de clasificarla, en caso de que sea correcta ganará 20 puntos sin importar el valor de la pregunta, si no los perderá.
- Todos los integrantes del equipo deben participar para resolver la pregunta, si el profesor nota que el trabajo no se realiza en equipo no tendrán derecho a participar en esa pregunta.
- Debe mantenerse el orden para que todos los equipos se puedan concentrar, y mientras se está respondiendo o clasificando sólo el que lo va a hacer puede hablar.
- Al final se sumarán o restarán, según sea el caso, los puntos de todos los equipos. El primer lugar ganará 1 punto extra en el trabajo en clase y el segundo lugar $\frac{1}{2}$ punto.
- Se recomienda que todos anoten la pregunta e intenten responderla, ya que les puede servir, además de como repaso, para estudiar.

4. Una vez aclaradas las reglas o instrucciones comenzará el juego. En caso de las preguntas que involucren una imagen, el profesor deberá dibujarla en la cuarta parte del pizarrón libre, sólo comentando lo que indica la tarjeta. Preguntas en el Apéndice 5.

RÚBRICA DE CALIFICACIÓN

Para evaluar la unidad se sugiere lo siguiente:

Evaluación formativa. Portafolio	60%																														
<p>Trabajos extraclase</p> <p><i>Considerar la calidad de los trabajos que se entregan, calificar cada uno del 1 al 10, después promediarlos y multiplicar por 0.1. Para los trabajos entregados en equipo se le asignará la misma calificación a cada integrante.</i></p>	10%																														
<p>Participaciones</p> <p><i>En cada clase se registrarán las participaciones que aporten de cada alumno, al finalizar se sacará el total de cada uno, el número total mayor de participaciones obtendrá la calificación de 1.5 (para sacar la calificación final) y las demás calificaciones se obtendrán mediante el uso de una regla de tres.</i></p>	15%																														
<p>Hojas de trabajo</p> <p><i>Incluye todos los trabajos realizados durante la clase, mapas mentales, dibujos, etc., se califican de acuerdo al cumplimiento del objetivo de la actividad. Cada uno debe incluir el nombre de los integrantes presentes durante la actividad para poder registrar las calificaciones a cada miembro del equipo. Al finalizar, se promediarán las calificaciones de cada alumno y la calificación final se multiplicará por 0.35.</i></p>	35 %																														
Evaluación final	40 %																														
<p>Examen final (Cuestionario de evaluación conceptual)</p> <p><i>Sólo la pregunta 6 puede calificarse con un valor máximo de 2 puntos, todas las demás con 1 punto. Considerar a la hora de calificar qué tanto integraron y utilizaron los conocimientos aprendidos durante la unidad.</i></p>	20 %																														
<p>Trabajo final</p> <p><i>El trabajo final puede ser evaluado de acuerdo a lo siguiente, la calificación total obtenida se multiplicará por 0.2.</i></p> <table> <tr> <td>ESCRITO</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td> Presentación</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td> Contenido</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td> Síntesis</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td> Caracterización</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td> Tableteado</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td> Acondicionamiento</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td> Reflexión por equipo</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>PRESENTACIÓN</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td> Cartel</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td> Contenido</td> <td>24%</td> </tr> <tr> <td> Síntesis</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td> Caracterización</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td> Tableteado</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td> Acondicionamiento</td> <td>6%</td> </tr> </table>	ESCRITO	50%	Presentación	5%	Contenido	45%	Síntesis	10%	Caracterización	10%	Tableteado	10%	Acondicionamiento	10%	Reflexión por equipo	5%	PRESENTACIÓN	50%	Cartel	35%	Contenido	24%	Síntesis	6%	Caracterización	6%	Tableteado	6%	Acondicionamiento	6%	20 %
ESCRITO	50%																														
Presentación	5%																														
Contenido	45%																														
Síntesis	10%																														
Caracterización	10%																														
Tableteado	10%																														
Acondicionamiento	10%																														
Reflexión por equipo	5%																														
PRESENTACIÓN	50%																														
Cartel	35%																														
Contenido	24%																														
Síntesis	6%																														
Caracterización	6%																														
Tableteado	6%																														
Acondicionamiento	6%																														

<i>Calidad</i>	5%
<i>Exposición</i>	6%
Comercial	10%
Producto final	5%

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. Castillejos, A. coord. (2006). Conocimiento fundamentales de Química Vol. I. Pearson Educación. México.
2. Castillejos, A. coord. (2007). Conocimiento fundamentales de Química Vol. II. Pearson Educación. México.
3. CCH, Programas de Estudio de Química I a IV (2009). Universidad Nacional Autónoma de México Colegio de Ciencias y Humanidades. Área de Ciencias Experimentales.
4. Chang, R. (2007). *Química*. 9° ed. Mc Graw Hill. China.
5. Chrobak, R. y Leiva B., M. (2006). Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química. En A. J. Cañas, J. D. Novak (Eds.). *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology Proc. of the Second Int. Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica.
6. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2008). Novena edición. Secretaría de Salud. México.
7. Gómez Álvarez, Mercedes. *Manual de prácticas de química a microescala*. Centro mexicano de química en microescala, Universidad Iberoamericana.
8. Hill, J. y Kolb, D. (1999). *Química para el nuevo milenio*. 8° ed. Pearson Educación. México.
9. López R., K. ¿Qué es un mapa mental? Mapas mentales. En la URL http://www.aprendoyeduco.com/2008/03/que_es_un_mapa_mental.html. Revisado el 26 de marzo de 2010.
10. Cook, E.F. y Martin, E.W. (1986). *Farmacología Práctica de Remington*. Ed. Uteha, México, Pág. 471 – 474, 1611.
11. Martínez V., A. y Castro A., C. (2007). *Química*. Segunda edición. Preuniversitario Santillana. México.

12. Palacios, Y. (2000). El mundo de los medicamentos, *¿Cómo ves?*, 16(2), 16-19.
13. Paz-Sandoval, M. Ángeles (1995). Cómo hacer divertida la clase de química en *Educación Química*. 6(1) pag. 31-35.
14. Petrucci, R.; Harwood, W. y Herring, F. (2003). *Química General*. 8° ed. Pearson Educación. Madrid.

Apéndice 1

“LA QUÍMICA EN LA SALUD”

Se presentan a continuación ejemplos variados sobre aspectos de la química en la vida cotidiana, específicamente en la salud, que nos han permitido llevar una vida con mayor confort. Hace 50 años, cuando enfermedades como la poliomielitis y la neumonía cobraban muchas vidas e incapacitados, se contaba con unos cuantos medicamentos. A través de la colaboración con físicos, químicos, bioquímicos, biólogos e ingenieros químicos, el curso de la historia médica ha cambiado significativamente en los últimos años. Se cuenta ahora con vacunas, antibióticos y otros fármacos que permiten salvar y prolongar la vida, así como mejorar la calidad de vida de aquellas personas que sufren enfermedades.

Los dispositivos médicos, como prótesis y biomateriales, han jugado un papel importante en el bienestar de la humanidad, y se han desarrollado gracias al conocimiento de la estructura de moléculas que confieren propiedades físicas específicas a estos nuevos materiales. Lo más probable es que alguien de tu familia haya utilizado un dispositivo hecho por el químico para algún tratamiento médico en particular; quizás un implante de oído, una cadera artificial o simplemente unos lentes de contacto.

La síntesis de los medicamentos de uso actual fue precedido por el descubrimiento de sustancias farmacológicamente activas obtenidas a partir de fuentes naturales, comúnmente plantas, organismos marinos o microorganismos del suelo. Algunas de estas medicinas son conocidas como medicina folclórica. Una vez que alguna de estas sustancias promete, los químicos diseñan y sintetizan nuevas moléculas con estructura molecular parecida o idéntica, buscando que sea segura, efectiva y de preferencia ambas.

Aún las drogas modernas tienen limitaciones. Puede ser que una medicina nunca llegue al órgano en donde se necesita; otra puede ser la dificultad de alcanzar el nivel adecuado de la droga en la sangre, ya que la mayoría es metabolizada por el cuerpo, lo que hace necesario utilizar grandes dosis para asegurar una concentración efectiva en el flujo sanguíneo pero con el inconveniente de provocar efectos secundarios indeseables. Algunos medicamentos se metabolizan muy rápido, así que permanecen poco tiempo en el cuerpo, por lo que deben administrarse en dosis muy frecuentes. Para evitar estos problemas se estudian nuevos sistemas de administración de los medicamentos. El parche transdérmico ha sido introducido en el mercado en los últimos años, por ejemplo, se utiliza en la liberación de nicotina para fumadores que desean dejar de fumar.

Nuevos métodos de administración de medicamentos han permitido, a través de días o aún años, la liberación sistemática y controlada de algún medicamento. Se espera en un futuro cercano que a los diabéticos se les pueda administrar la dosis de insulina una vez por mes o tal vez por año, evitando los inconvenientes y riesgo que originan las inyecciones diarias.

Éstas son sólo algunas de las aplicaciones de la química en el área de la salud, sin embargo debemos tener en mente que la química tiene relevancia en aspectos de medio ambiente, alimentación, energía y comunicaciones, entre muchos otros.

En: Paz-Sandoval, M. Ángeles (1995). *Cómo hacer divertida la clase de química en Educación Química*. 6(1) pag. 31-35.

Apéndice 2
CONCEPTOS MEDICAMENTOS

Concepto	Al principio	Empaques	Tabletas	Lectura
Medicamento				
Principio activo				
Fármaco				
Droga				
Forma farmacéutica				
Excipiente				
Vía de administración				

Apéndice 3



Fotos: Digital Stock

El mundo de los medicamentos

Yadira Palacios Rodríguez

OBTENER UN MEDICAMENTO REQUIERE DE LA PARTICIPACIÓN DE ESPECIALISTAS DE DISTINTAS ÁREAS COMO LA QUÍMICA, LA BIOLOGÍA, LA MEDICINA, LAS MATEMÁTICAS Y LA TOXICOLOGÍA, TODOS ELLOS ENCAMINADOS AL LOGRO DE UN SOLO OBJETIVO: UN PRODUCTO SEGURO Y EFECTIVO.

LOS SERES HUMANOS contamos con mecanismos que nos protegen de los agentes patógenos (es decir, de aquellos que dañan el organismo). Estos comprenden desde la piel, el vello, las lágrimas, la saliva, las pestañas, y el sistema complejo de células hasta las moléculas que componen nuestro sistema inmune. No obstante, a veces el agente agresor persiste, y nos enfermamos; requerimos entonces de la ayuda de un medicamento. Siempre me

ha asombrado la “inteligencia” de las medicinas, ¿cómo es posible que sepan exactamente qué nos duele y qué camino deben seguir para llegar a ese sitio?

Para entender

Antes de entrar al mundo de los medicamentos, es necesario hablar de algunos conceptos relacionados con las medicinas que a menudo usamos, aunque no siempre de la manera más correcta. Así, por ejemplo, un *fármaco* es una sustancia natural o sintética que se identifica por sus propiedades físicas, químicas o acciones biológicas y reúne las condiciones para ser empleada como medicamento o ingrediente de un medicamento.

Un *medicamento* es una sustancia o mezcla de sustancias de origen natural o sintético con efecto terapéutico: preventivo, de rehabilitación o diagnóstico. Se presenta en una forma farmacéutica y se identifica por su actividad farmacológica

y sus características físicas, químicas y biológicas.

La *forma farmacéutica* es la mezcla de uno o más fármacos con o sin aditivos, que presentan características para su adecuada dosificación, conservación y administración. Es el producto, es decir, lo que encontramos en las farmacias: tabletas, cápsulas, grageas, suspensiones, emulsiones, aerosoles, inyectables, pomadas, supositorios, óvulos, etc. El fármaco en las formas farmacéuticas también se denomina *principio activo*.

Los protagonistas

Si has escuchado que “lo que importa es el limón en la paleta, como el principio activo en el medicamento”, debes saber que el principio activo es aquella sustancia responsable del efecto curativo pues, dadas sus características físicas y químicas, es capaz de dañar al agente agresor, por ejemplo un microorganismo. Sin em-

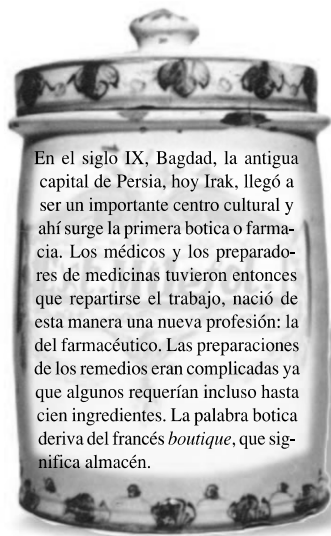
bargo, al igual que en la paleta, los medicamentos requieren de otros ingredientes para su buen funcionamiento. Imagínate una paleta de limón sin azúcar, incolora o, peor aún, que se deshaga porque no tuvo un buen proceso de congelación. Lo mismo sucede con los medicamentos, se deben incorporar otros componentes denominados excipientes, sin los cuales el principio activo no tendría la misma eficacia. Existen varios tipos de excipientes; entre los principales están los llamados aglutinantes, que permiten que las partículas estén juntas y en el momento de la fabricación éstas fluyan al mismo tiempo y den por resultado un producto homogéneo; lubricantes, que se agregan para que en la fabricación se reduzca la fricción entre partículas y se facilite la fluidez; diluyentes, que dan volumen, lo que permite dosificar en forma adecuada el principio activo; desintegrantes, que se agregan para que una pastilla, por ejemplo, no se deshaga antes de llegar al tracto digestivo; colorantes, que mejoran el aspecto y permiten al usuario identificar fácilmente el medicamento y, por último, los saborizantes, responsables de conferirles un sabor agradable. Por consiguiente, de la misma forma que en la paleta, en los medicamentos no sólo importa el principio activo, sino el conjunto de ingredientes y el propio proceso de fabricación.

El empaque

Los envases y cajas deben asegurar la conservación del medicamento. Todas las cajas y frascos que contienen medicamentos están provistos de una sección que dice *Fórmula*, donde se presentan uno o varios nombres “raros” que corresponden al o a los principios activos, y una frase que aparece en todos los casos: excipiente c.b.p. (las siglas significan cuanto baste para). De tal manera que, por ejemplo, las tabletas de *Aspirina* de Bayer de 500 mg se presentan así:



En este caso, el ácido acetilsalicílico es el principio activo, la tableta debe contener 500 mg de éste. En un análisis pre-



En el siglo IX, Bagdad, la antigua capital de Persia, hoy Irak, llegó a ser un importante centro cultural y ahí surge la primera botica o farmacia. Los médicos y los preparadores de medicinas tuvieron entonces que repartirse el trabajo, nació de esta manera una nueva profesión: la del farmacéutico. Las preparaciones de los remedios eran complicadas ya que algunos requerían incluso hasta cien ingredientes. La palabra botica deriva del francés *boutique*, que significa almacén.

vio de formulación se determina cuáles son los excipientes adecuados para ese principio activo y esa forma farmacéutica (la tableta pesa alrededor de 600 mg; por lo tanto, 100 mg corresponden a los excipientes que se indican con las siglas c.b.p. una tableta). Recuerda que los excipientes no son un relleno, tienen funciones importantes para ayudar al principio activo.

Otros elementos importantes que se deben indicar son el lote y la fecha de caducidad. El primero se refiere a la cantidad de un fármaco o medicamento que se produce en un ciclo de fabricación y cuya característica esencial es su homogeneidad. Cuando se han detectado problemas en un medicamento, una vez que ha sido distribuido y sacado a la venta, es fácil rastrearlo siguiendo su número de lote y así poder retirarlo del mercado. La fecha de caducidad determina el periodo de vida útil del medicamento, es decir, la duración de sus propiedades terapéuticas. Por eso, si se ingiere un medicamento que ha caducado, pueden suceder tres cosas: que disminuya su actividad farmacológica y, por consiguiente, el efecto terapéutico; que se formen sustancias tóxicas que al ingerirlas causen daño o que el principio activo simplemente pierda toda su actividad y, por lo tanto, administrarlo no sirva de mucho.

La ruta del medicamento

Un medicamento puede entrar por diversas vías al organismo. Estas “puertas” se

denominan vías de administración y pueden ser oral, parenteral (o inyectable y que corresponde a las vías intramuscular, intravenosa e intradérmica), tópica (en la piel), rectal, vaginal, ótica (por el oído) u oftálmica (por los ojos). Una vez que el medicamento entra al cuerpo inicia su proceso de desintegración para que se pueda liberar el principio activo. Posteriormente, sigue la etapa de disolución, en la que el principio activo debe disolverse para estar disponible y, de esta manera, pueda pasar al torrente sanguíneo llegando, así, a todas las partes del organismo —y no sólo a las que duelen—. Una vez en la sangre, viene la fase de absorción, es decir, el principio activo ingresa a los tejidos y órganos para poder actuar. Usualmente el paso de la disolución es el más lento, sin embargo, es uno de los más importantes ya que sólo el fármaco disuelto puede ser absorbido.

Según sus propiedades fisicoquímicas, el medicamento atacará específicamente al microorganismo o molécula que nos está causando daño; algunos lo hacen atacando la membrana o la pared celular, otros dañan a los componentes intracelulares como organelos o núcleo.

El sistema inmune es el que finalmente se encarga de eliminar al patógeno. Una vez que el medicamento ha dejado a este último débil o dañado, entran en acción los macrófagos, células, que se encuen-





tran en todo nuestro cuerpo, que en colaboración con los linfocitos T y B de nuestro sistema inmune logran la eliminación del microorganismo.

Cabe señalar que no siempre es la molécula original del fármaco la que actúa; en ocasiones ésta es modificada en su estructura química como consecuencia del camino que sigue y esta nueva molécula, denominada *metabolito*, es la que posee la actividad farmacológica. Otras veces los metabolitos llegan a ser responsables de los efectos colaterales o secundarios en el paciente. Los restos del fármaco que no fueron utilizados o los metabolitos que se generaron deben salir y esto ocurre en la etapa de eliminación que puede ser sobre todo por vía renal, es decir en la orina, o bien por la saliva, el sudor o la leche materna.

Paciencia, paciencia

En el mecanismo de acción del medicamento hay una serie de factores que pueden interferir, bloqueando así su efectividad; por ello se deben respetar las in-

dicaciones señaladas tanto por el médico como por el fabricante. En primer lugar hay que cumplir con el horario indicado, no se debe adelantar ni retrasar puesto que no todos los medicamentos tardan el mismo tiempo en actuar. Al adelantar el horario, puede ocurrir que el organismo no alcance a absorber todo el medicamento y, en el peor de los casos, se puede presentar una sobredosis. Si se retrasa el horario se pierde continuidad en el proceso del tratamiento o se puede generar resistencia en los microorganismos, es decir, que ese medicamento ya no los afecte y se requieran dosis más altas o principios activos más fuertes. Las dosis también deben ser respetadas, no cura más si tomas más o hace menos daño si tomas menos.

La dosificación es un punto clave para asegurar una respuesta favorable del organismo durante el tratamiento y sobre todo para garantizar la salud del paciente. La cantidad de principio activo en cada forma farmacéutica se determina con una serie de estudios durante el proceso de

Medicamentos genéricos intercambiables

El programa de Medicamentos Genéricos Intercambiables (GI) depende de la Secretaría de Salud (SSA) y sectores de la industria farmacéutica. Inició en noviembre de 1998; actualmente participan 65 laboratorios farmacéuticos y se tienen registrados 155 principios activos que constituyen 766 opciones de venta. La SSA elabora el *Catálogo de Medicamentos Genéricos Intercambiables* que integra la lista de principios activos a la venta y puede consultarse en las farmacias que los ofrecen.

Los medicamentos genéricos son formas farmacéuticas que, por haber expirado la patente que le daba exclusividad a un laboratorio para su comercialización, pueden ser fabricadas por otros laboratorios; contienen la misma sustancia activa que el medicamento original y se ha comprobado que poseen la misma acción terapéutica. Se venden en las farmacias con el nombre del principio activo que invariablemente corresponde a la denominación genérica del producto y se identifican con el logotipo GI. Son más baratos porque los gastos de investigación y promoción comercial disminuyen, aunque todos los GI deben ser sometidos por los fabricantes a las pruebas que la SSA y el Consejo de Salubridad General han determinado. Éstas deben demostrar su intercambiabilidad, es decir, asegurar que sus efectos y propiedades como disolución, bioequivalencia, biodisponibilidad, nivel de absorción y permanencia en el organismo sean iguales al medicamento original.

Dos medicamentos son considerados bioequivalentes si contienen los mismos principios activos, son idénticos en concentración, dosis, vía de administración, biodisponibilidad y efectos biológicos, hasta el punto de poder ser intercambiados sin modificación significativa de sus efectos terapéuticos y adversos. La biodisponibilidad es la cantidad y velocidad con que el principio activo pasa a la circulación sanguínea.

Es importante señalar que sólo se debe comprar un medicamento GI cuando la receta del médico indica el nombre genérico —que debe estar en el listado del *Catálogo de Medicamentos Genéricos Intercambiables*— y no una marca comercial. Si la receta indica una marca comercial, se debe respetar la prescripción. Es posible confundir a los GI con otros medicamentos que han tenido mucha propaganda: son los que se promueven como semejantes o similares. Los GI han pasado muchas pruebas que son efectuadas en laboratorios de universidades; el medicamento similar, en cambio, no sigue necesariamente este proceso; por ello, es importante que posea el logotipo GI.

Es claro el beneficio que representa para el consumidor un programa de esta naturaleza, sin embargo, el problema en México es que los resultados de intercambiabilidad de medicamentos no se han publicado. Cabe señalar, además, que en nuestro país los responsables de atender farmacias muchas veces son personas que cuentan con escasa preparación farmacéutica.

Lo mínimo que hay que saber

- **Medicamentos lejos del alcohol.** En nuestro organismo, el alcohol ejerce una amplia gama de efectos, entre ellos, incremento de las contracciones musculares, aumento del flujo sanguíneo y, en consecuencia, de la temperatura corporal; mayores secreciones del jugo gástrico y salivares. El alcohol es un depresor del sistema nervioso central y este efecto puede incrementarse si se administra junto con sedantes, anticonvulsivos, antidepresivos o analgésicos. En otros casos, puede interferir con la acción terapéutica de fármacos que actúan directamente sobre el metabolismo, ya que ambos compiten por los mismos sistemas enzimáticos. Entre otros efectos colaterales inusuales se han reportado casos de complicaciones con metronidazol, cefalosporinas y agentes orales hipoglucémicos.
- **Los antibióticos.** Son sustancias químicas producidas por varias especies de microorganismos (bacterias, hongos) que inhiben el crecimiento de otros y pueden eventualmente llegar a destruirlos. Es importante señalar que en el caso específico de los antibióticos, es fundamental concluir el tratamiento indicado por el médico ya que su interrupción puede ocasionar el reforzamiento de la enfermedad. Incluso se puede experimentar una mejoría, mientras el microorganismo se encuentra en un periodo de latencia y es capaz de regenerarse (puede desarrollar mecanismos que evadan al antibiótico y generar resistencia), con lo cual, si se interrumpe o atrasa su ingestión, la enfermedad será más agresiva y requerirá de antibióticos más potentes.
- **El riesgo de la automedicación.** La enfermedad es el resultado de la interacción de distintos procesos, no es un hecho aislado. El médico debe hacer un diagnóstico en función de los signos y síntomas que presenta el paciente y a veces debe echar mano de resultados que arrojan las pruebas de laboratorio, con base en ello elegirá el medicamento que resulte más adecuado. Es por ello que no se recomienda la automedicación ya que se corre el riesgo de generar complicaciones como consecuencia de los efectos colaterales que se presentan. Muchas veces el tratamiento completo es tardado pero la persona enferma debe asumirlo con responsabilidad y paciencia, de ahí el vocablo *paciente*.

formulación; incluso el número de tabletas, los mililitros de jarabe o el volumen de una gota en una solución oftálmica se establecen en función del tratamiento al que están destinados. La asignación de la dosis se realiza considerando la edad, el sexo, el peso, la dieta y, en algunos casos, el clima en el que vive el paciente. En otras



ocasiones, principalmente cuando se trata de fármacos muy potentes, es necesario individualizar la dosis, considerando factores genéticos y raciales. El área responsable de estos análisis es la *biofarmacia*, disciplina que estudia la interacción entre el fármaco, la forma farmacéutica y el organismo.

No todo es bueno

Desafortunadamente, con los medicamentos no sólo se obtienen resultados benéficos, también existen efectos colaterales o secundarios que dañan al paciente. Éstos incluyen desde alergia al fármaco o a alguno de sus componentes, hasta daño al hígado, al riñón y alteraciones en el sistema nervioso. Hay medicamentos que no deben administrarse en mujeres embarazadas porque dañan al feto, o en niños y ancianos porque son muy fuertes; otros están contraindicados en padecimientos previos, o problemas de presión arterial, de allí la importancia de la historia clínica. Además, pueden existir interacciones entre fármacos, por lo tanto también se deben mencionar qué medicamentos hemos o estamos tomando para evitar algún problema de incompatibilidad entre los principios activos.

Por otra parte, los alimentos que ingerimos también intervienen, sobre todo en el proceso de absorción del medicamento. Por ello, algunos medicamentos se deben tomar antes de la comida, si no se retrasa su absorción y con ello su efecto; otros se deben ingerir con alimentos debido a que son muy agresivos para el estómago; en estos casos la absorción no se ve afectada por el alimento.

Éstos son sólo algunos de los aspectos generales de los medicamentos, ojalá que cuando vuelvas a ingerir alguno de ellos te detengas a leer los datos que se presentan; identifiqués qué laboratorio lo produce; revises la fecha de caducidad, la formulación, la vía de administración, las indicaciones, las advertencias, la forma y temperatura de conservación; en qué casos está contraindicado y, lo más importante, sigas al pie de la letra las indicaciones de tu médico. ●

Yadira Palacios Rodríguez estudió la carrera de química farmacéutico-biológica en la UNAM. Actualmente es asistente de la Dirección de Vinculación, en la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.

La autora agradece las sugerencias del M. en C. Hugo E. Herrera Hidalgo, especialista en química farmacéutica.

Apéndice 4

¿Cómo hacer un mapa mental?

La forma más básica de empezar a usar los mapas mentales como herramienta es la siguiente. Los materiales requeridos son: una hoja blanca colocada horizontalmente, por lo menos 3 colores y pluma.

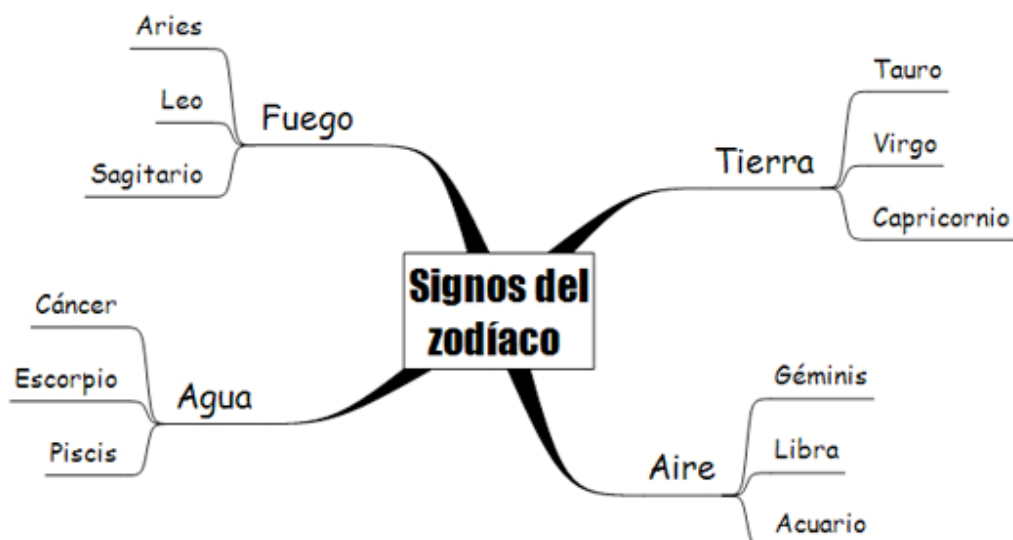
1 Escriba o dibuje una imagen central (Casa, comprar auto, Proyecto "X", etc.) que es la idea que quiere estructurar.

2 A partir de la imagen central desprenda entre 5 y 7 ramas que sean los aspectos importantes que usted considere para su idea. Pueden ser: funciones, partes que los componen, preguntas (que, como, cuando, donde, porque).

3 De las ramas principales desprenda subramas y así sucesivamente jerarquice y estructure su idea hasta donde usted lo desee.

4 En caso de haber interacciones entre las ramas y subramas utilice líneas para hacer estas conexiones.

Escriba una palabra por rama; es más un diagrama de conceptos que una redacción. Dibuje sin temor imágenes, use colores y líneas curvas. Lo hará que trabajen todas las zonas de su cerebro y por lo tanto recuerde mejor su mapa.

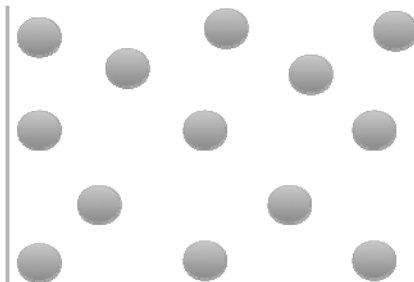


Apéndice 5

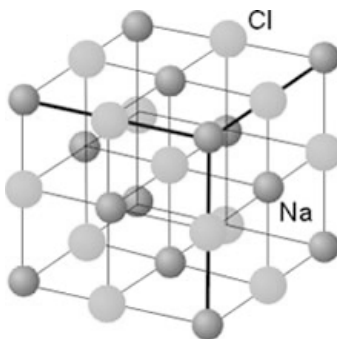
PREGUNTAS

Sustancia

1. Si los círculos representan una molécula, ¿qué representa la imagen? ¿por qué? *100 pts.*



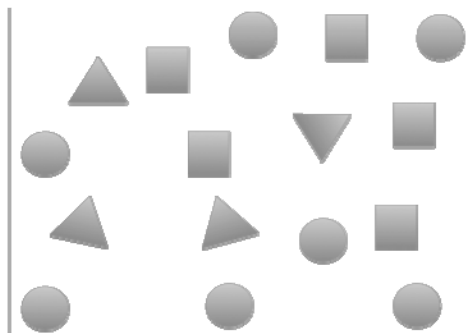
2. En el agua H_2O , ¿qué tipo de enlace mantiene unidos a los átomos? ¿por qué? ¿qué tipo de enlace mantiene unidas a las moléculas? ¿qué pasa si se rompe ese enlace? *200 pts.*
3. ¿Qué representa la imagen? ¿por qué? ¿Qué tipo de enlace (s) fuerte (s) unen a los átomos? ¿por qué? *200 pts.*



4. ¿Cuál es la diferencia entre una sustancia en estado líquido, gaseoso y sólido? ¿cómo son los enlaces débiles entre las partículas en cada uno? *100 pts.*
5. Hierro, sacarosa, peróxido de hidrógeno son..... ¿por qué? ¿cuál es compuesto? ¿cuál es elemento? ¿por qué? *100 pts.*

Mezcla

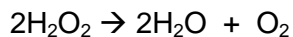
6. Si cada figura representa una molécula diferente ¿qué representa la imagen? ¿por qué? ¿Qué hay que hacer para obtener las sustancias por separado? 100 pts.



7. ¿Qué pasaría si un cristal de NaCl se agrega a agua para hacer una solución? ¿por qué? 100 pts.
8. ¿Cuáles son los tipos de mezclas? Define cada una. 100 pts.
9. Manzana, agua de limón, aire son..... ¿por qué? 100 pts.

Reacción química

10. La imagen representa..... ¿cuál (es) es (son) el (los) reactivo (s)? ¿cuál (es) es (son) el (los) producto (s)? 100 pts.



11. ¿Qué es una reacción química? 200 pts.
12. Si queremos que reaccionen el $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y el KI ¿qué tiene que pasar con las partículas subatómicas? 200 pts.
13. En la reacción

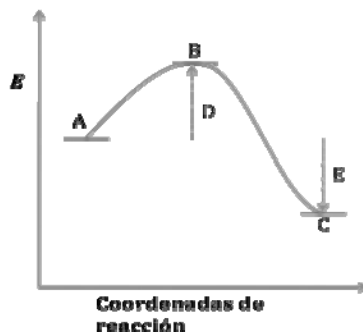


Ácido salicílico + Anhídrido acético -----> Ácido acetilsalicílico + Ácido acético

Cuando se agrega el agua fría qué mezcla se obtiene. 200 pts.

14. ¿Cuáles son los tipos de reacción química, con relación a la energía? Define cada uno. 100 pts.

15. ¿Qué representa la gráfica? ¿Qué representa cada uno de los puntos A,B,C,D y E de la gráfica? 300 pts.



Condiciones de reacción

16. Catálisis (presencia de un catalizador), temperatura, presión, concentración (cantidad de reactivos) son.... ¿por qué? 200 pts.
17. ¿Qué pasa con las partículas subatómicas cuando se aumenta la temperatura? ¿cuando se disminuye? ¿por qué? 200 pts.
18. ¿En qué caso (s) la presión puede intervenir en una reacción química? ¿por qué? 300 pts.
19. ¿Cómo se puede alcanzar más rápido la energía de activación necesaria para que se lleve a cabo la reacción por el mismo método? ¿por qué? 200 pts.
20. ¿Qué pasa cuando se utiliza un catalizador en una reacción? ¿Cuáles son las características? 200 pts.

Medicamentos

21. ¿Qué es un medicamento? 100 pts.
22. Oral, vaginal, cutánea, muscular, son.... 100 pts.
23. Describe un método para hacer un medicamento cuya forma farmacéutica son tabletas. 300 pts.
24. Si un medicamento es una mezcla de qué está compuesta, sé específico. 200 pts.
25. ¿Por qué es importante no automedicarse? 300 pts.

REFERENCIAS

1. Bandura A. 1997. *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. New York: Freeman
2. Black, P. y Wiliam, D. (1998) Assessment and classroom learning, *Assessment in Education*, 4(1), 7-71.
3. Bono, A. (2010). Los docentes como engranajes fundamentales en la promoción de la motivación de sus estudiantes, *Revista Iberoamericana de Educación*, 54 (2), 1-8.
4. Boo, H. K. (1998). Students´ understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35 (5), 569 – 581.
5. Brophy, J. (2001). Introduction. Generic Guidelines for Good Teaching. En J. Brophy (ed.) *Subject-specific instructional methods and activities, Advances in Research on Teaching*, vol 8. (pp. 1-23), Amsterdam: JAI.
6. Brophy, J. E. (1988). On motivating students. En D. Berliner y B. Rosenshine (eds.) *Talks to teachers* (pp 201-245), New York: Random House.
7. Caamaño, A. (2007). 5. Los trabajos prácticos en ciencias. En Jiménez, M. P. (coord.); Caamaño, A.; Oñorbe, A.; Pedrinaci, E.; de Pro, A. *Enseñar ciencias*, 2da ed. (pp. 95-118), España: GRAÓ.
8. Caballero, A. y Blanco, L. J. (2007), Las actitudes y emociones ante las Matemáticas de los estudiantes para Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura. Comunicación presentada en el Grupo de Trabajo “Conocimiento y desarrollo profesional del profesor”, en el XI SEIEM. Simposio de Investigación y Educación Matemática, celebrado en la Universidad de La Laguna los días 4 al 7 de Septiembre de 2007.
9. Campos A., A. (2005). *Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento*. Cooperativa editorial Magisterio, colección Aula abierta. Pp 59-64. Colombia.
10. Casassus, J. (2003). La escuela y la (des)igualdad. LOM/Castillo/Plano. Santiago de Chile/México/Brasilia.
11. Castillejos, A. coord. (2006). Conocimiento fundamentales de Química Vol. I. Pearson Educación. México.
12. Castillejos, A. coord. (2007). Conocimiento fundamentales de Química Vol. II. Pearson Educación. México.

13. Cassady, J. C. y Johnson, R. E. (2002). Cognitive test anxiety, procrastination, and academic performance, *Contemporary Educational Psychology*, 27, 270-295.
14. CCH, Programas de Estudio de Química I a IV (2009). Universidad Nacional Autónoma de México Colegio de Ciencias y Humanidades. Área de Ciencias Experimentales.
15. Chang, R. (2007). *Química*. 9º ed. Mc Graw Hill. China.
16. Dos Santos, F. M. y Mortimer, E. F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students, *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110.
17. Eccles, J. S. y Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals, *Annual Review of Psychology*. 53(1), 109-132.
18. Escamilla, A. (1993). *Unidades didácticas: Una propuesta de trabajo en el aula*, Zaragoza, Edelvives.
19. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos (2008). Novena edición. Secretaría de Salud. México.
20. Fernández, J.; Elortegui, N.; Moreno, T. (1999). *¿Cómo Hacer Unidades Didácticas Innovadoras?*. Diada Editoras, Sevilla.
21. Fernández, I.; Pérez, D.; Valdés, P.; Vilches, A. (2005). Capítulo 2. ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos?. En Pérez, D.; Martínez, J.; Sifredo, C.; Valdés, P.; Vilches, A. (eds.) *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. (pp 29-62). Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
22. Gardner, H. *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona: Paidós, 2000. El original es Gardner, H. (1999). *The disciplined mind: What all students should understand?* New York: Simon & Schuster.
23. Gavidia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica, *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. No. 22, 53-66.
24. Glynn, S. M. y Koballa, T. R. Jr. (2006). Motivation to learn college science. En Joel J. Mintzes and William H. Leonard (Eds.) *Handbook of College Science Teaching* (pp 25-32). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
25. Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. New York: Bantam Books.
26. Gómez, M. *Manual de prácticas de química a microescala*. Centro mexicano de química en microescala, Universidad Iberoamericana.

27. Gómez, M. A.; Pozo, J.; Gutiérrez, M. S. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia: el diálogo entre la química y nuestros sentidos, *Educación Química*, 15(3),198-209.
28. González-Pineda, J. A. *et al.* (2003). Adaptabilidad y cohesión familiar, implicación parental en conductas autorregulatorias, autoconcepto del estudiante y rendimiento académico, *Psicothema*. Vol. 15, no. 3, pp. 471-477.
29. Griffiths, A. K. (1994). Problem solution and misconceptions in Chemistry and Physics En: Lijnse, P. L., Licht, P., Vos, W. de, Waarlo, A.J.: *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary science education*. Utrecht: CD-ss
30. Griffiths, A. K. y Preston, K. R. (1992). Grade - 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611 - 628.
31. Guerrero Alvarado, B. E. (2007) La bitácora COL y los talleres generales de actualización. *Encuentros MEB. Sexta generación (primer semestre)*, 19-25
32. Hernández G., M. (2002). Motivación animal y humana. Ed. El Manual Moderno. México, pp 3-4.
33. Hill, J. y Kolb, D. (1999). *Química para el nuevo milenio*. 8° ed. Pearson Educación. México.
34. Huertas, J. A. y Montero G.C., I. (2007). Adaptación realizada por Montserrat Gortaire. Curso “La Intervención motivacional en el aula”. Santillana.
35. Jiménez, M. E. y Macotela, S. (2008). Una escala para evaluar la motivación de los niños hacia el aprendizaje de primaria, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13(37), 599-623.
36. Kind, V. (2004). Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Aula XXI/Santillana/México. México.
37. López R., K. ¿Qué es un mapa mental? Mapas mentales. En la URL http://www.aprendoyeduco.com/2008/03/que_es_un_mapa_mental.html. Revisado el 26 de marzo de 2010.
38. Maiztegui, A., Acevedo, J. A., Caamaño, A., Cachapuz, A., Cañal, P., Carvalho, A.M.P., Del Carmen, L., Garriz, A., Gil, D., González, E., Gras-Martí, A., Guisasola, J., López-Cerezo, J.A., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Moreno, A., Praia, J., Rueda, C., Tricárico, H., Valdés, P. y Vilches, A., Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada, *Revista Iberoamericana de Educación*, Monográfico “Enseñanza de la tecnología”, Número 28, 129-155, enero-abril 2002.

39. Mandler, G. (1989). Affect and learning: causes and consequences of emotional interactions. En D. B. McLeod y V. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: a new perspective* (pp. 3-19). New York: Springer-Verlag.
40. Martínez V., A. y Castro A., C. (2007). *Química*. Segunda edición. Preuniversitario Santillana. México.
41. McLeod, D. B. (1989). "Beliefs, attitudes, and emotions: New view of affect in mathematics education". En D. B. McLeod y B. M. Adams (Eds.), *Affect and mathematical problem solving: A new perspective* (pp.245-258). New York: Springer-Verlang.
42. McLeod, D. B. (1992). "Research on affect in mathematics education: A reconceptualization". En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on mathematics Teaching and Learning* (pp.575-598). New York: Macmillan.
43. McNaught, A. D. y Wilkinson, A., *IUPAC Compendium of Chemical Terminology*, (The gold book). Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, publicada en forma impresa por Blackwell Science, 2nd edition, 1997. Puede consultarse en la URL <http://www.chemsoc.org/chembytes/goldbook/>.
44. Míguez, M. (2010). Una estrategia didáctica alternativa en aulas universitarias de química: potenciando el proceso motivacional por el aprendizaje, *Educación Química*. 21(4), 278-286.
45. Moje, E.B. (1997). Exploring discourse, subjectivity, and knowledge in chemistry class. *Journal of Classroom Interaction*, 32 (2), 35-44.
46. Montagut B., P.; Sansón O., C. y González M., R. (2002). Evaluación del aprendizaje en situaciones de laboratorio, *Educación Química*. 13(3), 188-200.
47. Montero, I. y de Dios, M. J. (2004). Sobre la obra de Paul R. Pintrich: La autorregulación de los procesos cognitivos y motivacionales en el contexto educativo, *Revista electrónica de investigación psicoeducativa*, 2(1), 189-196.
48. Morán Oviedo, P. (2010). Aproximaciones teórico-metodológicas en torno al uso del portafolio como estrategia de evaluación del alumno en la práctica docente. Experiencia en un curso de Laboratorio de Didáctica en la docencia universitaria, *Perfiles Educativos*, vol XXXII, No. 139, pp. 102-128.
49. Moreno, F.; Bailly-Bailliére, M. (2002). *Diseño Instructivo de la Formación on-line*. Barcelona: Ariel Educación.
50. Nieswandt, M. (2007). Student Affect and Conceptual Understanding in Learning Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(7), 908-937.

51. Palacios, Y. (2000). El mundo de los medicamentos, *¿Cómo ves?*, 16(2), 16-19.
52. Paz-Sandoval, M. Ángeles (1995). Cómo hacer divertida la clase de química, *Educación Química*. 6(1) pag. 31-35.
53. Petrucci, R.; Harwood, W. y Herring, F. (2003). *Química General*. 8° ed. Pearson Educación. Madrid.
54. Pintrich, P. R., Marx, R. W. & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change, *Review of Educational Research*, 63(2), 167–199.
55. Pintrich, P. R. (2003). A Motivational Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and teaching Contexts, *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686.
56. PISA (2007). PISA 2006 en México. Instituto Nacional para la evaluación de la Educación.
57. Postic, M. (1996). *Observación y formación de los profesores*. Ediciones Morata, S.L.; Madrid.
58. Pushkin, D. (1995). *The influence of a computer-interfaced calorimetry demonstration on general physics students' conceptual views of entropy and their metaphoric explanations of the second law of thermodynamics*. Copyrighted dissertation, Pennsylvania State University.
59. Pushkin, D.B. y Colón-González, M.H. (1998). Access to knowledge and critical thinking in General Chemistry via social constructivism: Pedagogical and curricular opportunities for minority science majors. AERA annual meeting, San Diego, CA (ERIC Clearinghouse Document #ED417-954).
60. Reeve, J., Nix, G., & Hamm, D. (2003). The experience of self-determination in intrinsic motivation and the conundrum of choice. *Journal of Educational Psychology*, 95,375-392.
61. Rojas, R. (2005). *Formación de investigadores educativos. Una propuesta de investigación*. Plaza y Valdes; México.
62. Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (1993). "Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales". *Enseñanza de las ciencias*, 11(1), 33-44.
63. Sanmartí, N y Alimenti, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química, *Educación Química*, 15(2). 120-128.
64. Santos, M. (1996). *La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora*. Aljibe, Málaga.

65. Siegel, S. (1978). El caso de dos muestras relacionadas. En Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 2da. Edición, México: Trillas..
66. Siegel, S. (1978a). Las medidas de correlación y sus pruebas de significación. En Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. 2da. Edición, México: Trillas.
67. Simpson, R. D., Koballa, T. R., Oliver, J. S. y Crawley, F. Research on the affective domain dimension of science learning (1994). En Dorothy Gabel, (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. (Pp. 211-234). New York: Macmillan.
68. Tobin, K. y Fraser, B.J. (1990) "What does it mean to be an exemplary science teacher?" *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 3-25.
69. Tolman, E.C. (1925). Purpose and cognition: The determinants of animal learning. *Psychological Review*, 32, 285-297.
70. Waks, L. (1990). Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales, 42-75. En Medina, M. y Sanmartín, J. (eds.). Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Anthropos, Barcelona.
71. White, R. y Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. Burgess Science Press. Pp 98-106. Great Britain.
72. Zimmerman BJ. 1989. A social cognitive view of self-regulated learning. *J. Educ. Psychol.* 81:329–39
73. Zimmerman BJ. 2000. Attaining self-regulation: a social-cognitive perspective. See Boekaerts et al. 2000, pp. 13–39
74. Zusho, A.; Pintrich, P. R.; Coppola, B. (2003). "Skill and will: the role of motivation and cognition in the learning of college chemistry", *International Journal of Sciences Education*, 25(9), 1081-1094.