

ÍNDICE

Introducción	8
Capítulo I. Características de la enseñanza experimental de la química en el nivel licenciatura	12
I.1. Marco contextual. Facultad de Química de la UNAM	12
I.1.1. Historia	12
I.2. Filosofía institucional	13
I.2.1. Visión	13
I.2.2. Misión	14
I.3. Objetivos	15
I.4. Carreras que se imparten en la Facultad de Química de la UNAM	15
I.4.1. Tronco común (1º. y 2º. Semestre)	16
I.4.2. Objetivos de Química General I	18
I.4.3. Objetivos de Química General II	19
I.5. Laboratorio de Química General	20
I.6. Características de los estudiantes	21
I.6.1. Perfil de ingreso	22
I.6.2. Perfil de egreso	22
Capítulo II. Los trabajos experimentales	24
II.1. Enfoques de los trabajos experimentales	24
II.2. Los trabajos experimentales	27
II.2.1. Diversos tipos de trabajos experimentales.	29
II.3. Funciones atribuidas a los trabajos experimentales	31
II.3.1. Paradigma enseñanza por transmisión	31

II.3.2. Paradigma del descubrimiento guiado y del descubrimiento autónomo	32
II.3.3. Paradigma de la ciencia de los procesos	32
II.3.4. Paradigmas de investigación unidos a la resolución de problemas prácticos	32
II.3.5. Planteamiento de los trabajos experimentales desde las perspectivas transmisiva y constructivista sobre el desarrollo de los conocimientos	33

Capítulo III. Estrategias didácticas para la enseñanza experimental de la química en el nivel de educación superior 35

III.1. Estrategias como acción didáctica	36
III.1.1. Introducción	36
III.2. ¿Qué son las estrategias de enseñanza?	36
III.2.1. Pero, ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta para elegir una determinada estrategia?	37
III.2.2. Clasificación y funciones de algunas estrategias de enseñanza	38
III.2.3. Estrategias para orientar y guiar la atención y el aprendizaje	38
III.2.4. Estrategias para organizar la información nueva a aprender	39
III.2.5. Estrategias para mejorar la codificación de la información por aprender	40
III.2.6. Estrategias para activar (o generar) conocimientos previos	41
III.2.7. Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se va a aprender	42
III.2.8. Estrategias de aprendizaje para contenidos declarativos	43
III.3. La enseñanza de las ciencias	44
III.3.1. Visión moderna de la educación científica	45
III.3.1.1 Concepción constructivista	46
III.4. Propuesta didáctica	48
III.4.1. Un primer acercamiento a la química. Ejemplos aterrizados en la actividad docente	49
III.4.2. Acertijos en Química como estrategia de enseñanza	51

III.4.3. Propuesta para realizar trabajos prácticos por indagación	55
III.4.3.1. Caracterización de las actividades de laboratorio	56
III.4.4. Ejemplo de una actividad por indagación del nivel 2	57
III.4.5. Propuesta, diseño de estrategias didácticas experimentales	59
Consideraciones finales	60
Fuentes de consulta	63
Apéndice	67

INTRODUCCIÓN

La experimentación es un elemento fundamental en la enseñanza de las ciencias, desde finales del siglo XIX, cuando se empieza a enseñar ciencia de manera sistemática, el *laboratorio* ha formado parte fundamental en la educación científica.

En nuestro país, a partir de las reformas curriculares en la educación científica (finales de los 60), el trabajo experimental se utilizó con el fin de que los alumnos se ocuparan de investigaciones, descubrimientos, indagaciones y solución de problemas, de hecho, *el trabajo experimental se volvió el centro de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia*. Por ello es que el presente informe, se centra en el trabajo experimental que se realiza en aquellas instituciones educativas de nivel superior públicas y particulares, en las que las actividades experimentales juegan un papel muy importante dentro del currículo de carreras científicas, como es el caso de la Facultad de Química de la UNAM.

El término “trabajo experimental”, se refiere a las actividades de la enseñanza de las ciencias en las que los estudiantes han de utilizar determinados procedimientos para resolver un problema planteado, así, el objetivo central de este trabajo académico, se centra en ponderar la importancia de las estrategias didácticas para el trabajo experimental en la enseñanza de la química en el nivel licenciatura.

En la actualidad, la *funcionalidad* del trabajo experimental ha sido muy cuestionada por diversos investigadores, la experiencia y los resultados de diversas investigaciones muestran que no siempre es efectivo, que no siempre se consiguen los resultados esperados, e incluso, algunos opinan que estas actividades son “una pérdida de tiempo y dinero”; estas opiniones por lo general son debidas principalmente a la manera en la que se presentan dichas experiencias de aprendizaje: existen diversos manuales de prácticas, en los que subyace una metodología “guiada” que, en la mayoría de las ocasiones, no promueven los aprendizajes esperados, dado que no se llega a la reflexión sobre el

trabajo experimental y de esta manera, se pierde la oportunidad de explotar completamente su auténtico potencial, y por lo tanto, los estudiantes no le ven sentido y no encuentran ningún interés al realizarlas.

Aunado a lo anterior, en las instituciones educativas públicas de nivel licenciatura en el área científica de nuestro país, se presenta otra problemática: la masificación de la educación, la matrícula ha aumentado año con año, no así las instalaciones y los espacios dedicados al trabajo experimental (laboratorios), también hay que considerar que estas actividades son costosas, debido que se requiere de equipo, materiales y reactivos que en la mayoría de los casos son de importación. Sin embargo, encontramos que muchos docentes coinciden en que el laboratorio escolar es el lugar idóneo para promover y desarrollar habilidades tanto conceptuales como procedimentales, actitudes y valores.

Cuando nos encontramos con estas dificultades, los profesores, requieren buscar alternativas para superarlas, como puede ser el aprovechar el espacio que nos brindan las “aulas” escolares para llevar a cabo actividades experimentales y bajo una metodología que promueva una mayor interacción entre el profesor y los estudiantes, y entre los estudiantes mismos.

Para realizar este informe, se llevó a cabo una investigación documental, que consistió básicamente en el análisis de diferentes fuentes de consulta, cuyo objetivo fue que aportaran información sobre la problemática que estoy abordando.

El presente trabajo se encuentra conformado por tres capítulos:

En el primero, llamado “Características de la enseñanza experimental de la química en el nivel licenciatura”, se analiza desde un punto de vista crítico la enseñanza experimental de la química en los primeros semestres de licenciatura en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Se muestra en él, un panorama general del contexto en el cual se desarrolla el informe de mi práctica profesional, así como las licenciaturas, mapas curriculares y asignaturas que imparto en la institución en donde desempeño mi actividad docente. Finalizando con el laboratorio de Química General, espacio en donde se lleva a cabo la enseñanza experimental.

El segundo capítulo se centra básicamente en los “trabajos experimentales”, y se reflexiona sobre ¿qué son?, ¿cuáles son los objetivos y enfoques de estas actividades?, ¿qué tipos de estos trabajos se utilizan en el aula y laboratorios escolares?, haciendo referencia a los beneficios y las grandes ventajas que representa utilizar el trabajo experimental como estrategia de aprendizaje, para ello se analizaron algunos modelos educativos, así como las ventajas y desventajas que prevalecen en ellos. En este apartado además, se presenta un panorama general sobre los principales aspectos y problemas relacionados con estas actividades.

En el tercer capítulo, “Estrategias didácticas para la enseñanza experimental de la química”, se presentan las estrategias didácticas experimentales diseñadas y orientadas a promover aprendizajes significativos, cuyo objetivo se sustenta en servir de apoyo a los docentes del área química. También, se presenta una propuesta con ejemplos de estrategias de enseñanza experimental aterrizados en mi actividad docente.

Quiero señalar que algunos de los ejemplos que aquí se presentan, están publicados en el libro: Sorprender no es suficiente. 30 experimentos de aula, editado por la Facultad de Química de la UNAM, del cual soy coautora. En esta propuesta subyace la fundamentación pedagógica que deben de contener este tipo de actividades para que cumplan su objetivo principal que es promover en los estudiantes el logro de aprendizajes significativos.

El trabajo académico se sustentó en diversas fuentes de diversos investigadores educativos entre los que destacan Hodson, Caamaño, Hofstein, Díaz Barriga Frida, Tamir,

Drive, Corominas, Izquierdo, Villalobos, entre otros.

La alternativa de trabajo experimental que se propone, construida desde una base pedagógica, representa desde mi punto de vista una plataforma para darle coherencia y funcionalidad a las actividades experimentales, siendo éstas, la clave en el proceso enseñanza-aprendizaje de la química.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS DE LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LA QUÍMICA EN EL NIVEL LICENCIATURA

A lo largo de este capítulo se muestra un panorama general del contexto en el cual se desarrolla el informe de mi práctica profesional, así como las licenciaturas, mapas curriculares y asignaturas que imparto en la institución en donde desempeño mi actividad docente. Finalizando con el laboratorio de Química General en donde se lleva a cabo la enseñanza experimental.

I.1 Marco contextual. Facultad de Química de la UNAM

El marco contextual de este informe es la Facultad de Química de la UNAM, probablemente se pudiera generalizar a otras instituciones públicas y particulares del país en donde se impartan licenciaturas en el área de ciencias químicas.

En la facultad de química, el trabajo experimental representa una actividad fundamental en la enseñanza de esta ciencia.

I.1.1 Historia

La Escuela de Ciencias Químicas fue inaugurada oficialmente en 1916, por lo que se convirtió en la primera escuela de química del país. Poco tiempo después se incorporó a la Universidad Nacional y al ofrecer estudios de doctorado fue elevada al rango de Facultad en 1965.

Desde sus comienzos hace 95 años, primero como Escuela de Ciencias Químicas en Tacuba y a partir de 1965 como la Facultad de Química de la UNAM, ha estado a la cabeza de las instituciones académicas afines del país y ha formado a varias generaciones de profesionales de la química, coadyuvando de manera muy significativa a

preparar a egresados líderes, que han influido en la transformación industrial de México¹. La labor académica que a lo largo de este tiempo ha llevado a cabo la Facultad de Química, le ha servido para obtener el prestigio y reconocimiento internacional del que ahora goza, tal y como lo demuestran los premios internacionales, el Nobel de Química y el Príncipe de Asturias, obtenidos por egresados distinguidos².

Como se puede observar he querido destacar la importante labor de esta institución educativa a nivel nacional e internacional, por considerar que muchos de sus egresados han contribuido al desarrollo industrial de nuestro país. Algunos de ellos, formados en el marco de una filosofía particular, la cual se presenta a continuación.

I.2 Filosofía institucional

En este apartado quiero destacar una de las misiones principales de esta institución, la formación integral de los alumnos que egresan de ella.

I.2.1 Visión

La rica historia y tradición de la Facultad de Química nos da el sustento y compromiso para promover, con el mayor ímpetu, la mejora permanente. En lo inmediato, y al margen de cualquier plan o expectativa, la compleja y restrictiva problemática económica con cobertura mundial debe llevar a rescatar propuestas basadas en el conocimiento técnico y científico profundo, complementado con las herramientas que promuevan la inventiva, la creatividad y la innovación.

Esto, con el objetivo de preservar y reactivar al sector químico y petroquímico industrial, convirtiendo las restricciones en oportunidades. La coyuntura deberá permitir retomar el

¹ Luis E. Miramontes Cárdenas (1925-2004), Inventor del primer anticonceptivo oral., Jesús Romo Armería (1922-1977), pionero en la investigación sobre esteroides. Alberto Urbina del Raso (†), participó en el desarrollo de la empresa "Sosa Texcoco". Francisco Barnés de Castro, Rector de la UNAM (en los años 1997-1999) y subsecretario de energía.

² Mario J. Molina., Galardonado con el premio Nobel de Química en 1995 por sus trabajos de química atmosférica. Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica: Francisco Bolívar Zapata en 1991 y Marcos Moshinsky (†) en 1988.

control de una industria nacional competitiva e innovadora, de enorme importancia para el país y, de manera relevante, ligada estrechamente con el trabajo de investigación y desarrollo tecnológico, donde pueden y deben participar decididamente nuestros académicos.

De esta forma, y alineando programas y recursos, la Facultad pretende ser en el 2013 el principal centro productor de ciencia y tecnología en Química y áreas afines, y un importante proveedor de recursos humanos, tanto de Licenciatura como de Posgrado, formados con rigor académico, con amplias competencias y capacidades intelectuales, comprometidos con la sociedad que aportó el recurso para su educación, y conscientes de que deben buscar con gran ahínco una sociedad más equitativa.

Para acercarnos a esta visión, nuestra institución, de carácter público y nacional, contará con el personal académico adecuado en las diversas disciplinas de la Química, una estructura académico-administrativa apropiada, un Patronato proactivo y comprometido, y una sociedad de ex alumnos participativa.

I.2.2 Misión

Formar integralmente a profesionales y posgraduados con una alta preparación académica, cuyo desempeño considere como prioridad el bien de la sociedad mexicana y el desarrollo sustentable del país, respetando en todo momento la libertad y pluralidad de los individuos, contribuyendo al prestigio y a la defensa de la Facultad y de la UNAM.

Cada año, la Facultad de Química aporta poco más de 500 graduados de licenciatura y participa en ocho Programas del Posgrado Universitario, graduando anualmente a 90 Maestros en Ciencias y 20 Doctores, cuya productividad es del orden de 350 artículos científicos publicados al año en revistas arbitradas nacionales e internacionales³.

³ Journal of Chemical Education., Journal of Science Education., Revista: Educación Química., Revista de la Sociedad Química de México., Revista Alambique; Didáctica de las Ciencias Experimentales (Barcelona, España), Journal of Chemistry and Chemical Engineering.

En este apartado, subyace la importancia de contar con una planta docente actualizada, en superación constante y comprometida con su labor. Todo esto coadyuvará de manera significativa a alcanzar los objetivos institucionales que se pretenden.

I.3 Objetivos

Los siguientes objetivos, aplican de manera muy general a cualquier egresado de las distintas carreras que se imparten en esta institución y básicamente son:

- Buscar que los egresados de las distintas carreras sean, gracias a los conocimientos y habilidades adquiridos durante su estancia en esta Facultad, unos profesionistas de excelencia capaces de resolver los problemas a que se enfrenten en su vida laboral.
- Formar Investigadores de la más alta calidad que puedan construir nuevos conocimientos y generar nueva tecnología que contribuyan al desarrollo cultural, social y económico de nuestro país.

Desde mi punto de vista y haber estudiado la maestría en educación no puedo dejar de mencionar que un objetivo muy importante que tenemos que tener en mente todos los docentes es el de formar buenos seres humanos, además de propiciar en ellos la conciencia armónica y sabiduría para el bienestar propio y de los demás.

I.4 Carreras que se imparten en la Facultad de Química de la UNAM

En la Facultad de Química, actualmente se ofrecen las siguientes **cinco licenciaturas** acreditadas por organismos externos:

- Química de Alimentos
- Ingeniería Química
- Ingeniería Química Metalúrgica
- Química
- Química Farmacéutica Biológica

Recientemente, todas estas carreras fueron acreditadas por los organismos autorizados como el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), el Consejo Mexicano para la Acreditación de la Educación Farmacéutica (COMAEF) y el Consejo Nacional de la Enseñanza y del Ejercicio Profesional de las Ciencias Químicas (CONAECQ).

Las cinco licenciaturas cuentan con nuevos planes de estudio, modernos y eficientes, aprobados en junio de 2005 por los Consejos Académicos de las Áreas de las Ciencias Físico-matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI), así como de las Áreas de las Ciencias Biológicas y de la Salud (CAACBYS).

Los mapas curriculares de las licenciaturas que se imparten en la Facultad de Química constan de nueve semestres e incluyen un total de 50 a 60 asignaturas, 15 de las cuales son comunes a las cinco licenciaturas y se imparten en los primeros semestres. Además, contemplan materias de corte socio-humanístico que contribuyen a la formación integral y, tal como ocurre en las mejores universidades del mundo, ofrecen la posibilidad de elegir un considerable número de asignaturas y actividades optativas curriculares, con el fin de fortalecer la preparación en las ramas más atractivas para cada estudiante, sin que ello debilite el desempeño en el resto de los extensos campos del ejercicio profesional.

1.4.1 Tronco común (1º. y 2º. Semestre)

El primero y el segundo semestre para todas las carreras es tronco común, y en estos dos primeros semestres están ubicadas las asignaturas de Química General I y II, como se puede apreciar en el siguiente cuadro

1er. semestre			2o. semestre		
Clave	Asignatura	Créditos	Clave	Asignatura	Créditos
1110	Algebra superior	8	1205	Cálculo II	8
1111	Cálculo I	8	1206	Estructura de la	
1112	Ciencia y			materia.	6

1113	Sociedad	6	1209	Física II	8
	Física I	8	1210	Laboratorio de	
1114	Química			física.	4
	General I	9	1211	Química General	8
	(Teoría y laboratorio)			II	
				(Teoría y laboratorio).	
			1212	Termodinámica	11

A continuación se presenta el programa de estudios para la asignatura Química General I:

PROGRAMAS DE ESTUDIO
PRIMER SEMESTRE

Asignatura Química General I	Ciclo Tronco común	Área Química	Departamento Química inorgánica y Nuclear
---------------------------------	-----------------------	-----------------	--

HORAS/SEMANA/SEMESTRE

Obligatoria	Clave 1114	Teoría 3 h/48 h	Práctica 4 h/64 h	Créditos 9
-------------	------------	--------------------	----------------------	------------

Tipo de asignatura:	Teórico-práctica
Modalidad de la asignatura:	Curso

Como se puede observar, Química General I es una asignatura obligatoria para todos los alumnos que ingresan cada año a la facultad, se imparten 3 horas de clase teórica a la semana y cuatro horas de actividades experimentales en el laboratorio.

A continuación, se especifican los objetivos de la asignatura Química General I:

I.4.2 Objetivos de Química General I

- Introducir a los estudiantes a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la química general, que les servirán de base para comprender y profundizar en los diversos temas más complejos de las ramas de la química.
- Concientizar a los estudiantes de la utilidad e importancia de la química en la vida diaria.
- Que los estudiantes valoren la química como medio para resolver problemas industriales, ambientales, alimentarios, médicos, económicos, legales, etcétera.
- Relacionar las transformaciones de la materia con la tecnología y su impacto en la sociedad.
- A través del laboratorio se fomentará el trabajo en equipo, la resolución de problemas abiertos, el respeto al medio ambiente y la integración teoría-práctica.

Una vez acreditada esta asignatura, el alumno puede cursar la asignatura de Química General II, a continuación se presentan los datos generales del programa de estudios para ella.

PROGRAMAS DE ESTUDIO SEGUNDO SEMESTRE

Asignatura Química General II	Ciclo Tronco común	Área Química	Departamento Química Inorgánica y Nuclear
----------------------------------	-----------------------	-----------------	---

HORAS/SEMANA/SEMESTRE

Obligatoria	Clave 1211	Teoría 2 h/32 h	Práctica 4 h/64 h	Créditos 8
-------------	------------	--------------------	----------------------	------------

Tipo de asignatura:	Teórico-práctica
Modalidad de la asignatura:	Curso
Asignatura precedente	Seriación obligatoria con Química General I.
Asignatura subsecuente	Seriación obligatoria con Química Analítica I y seriación indicativa con Química Inorgánica I.

Como se puede observar, Química General II es una asignatura base para poder cursar otras asignaturas del tercer semestre.

Los objetivos que se persiguen al interior de esta asignatura (Química general II), son los siguientes.

I.4.3. Objetivos de Química General II

Se pretende que al finalizar el curso, los alumnos:

- Apliquen los conceptos de la estequiometría en la resolución de problemas que impliquen balances de materia en reacciones cuantitativas y no-cuantitativas.
- Establezcan las condiciones que determinan los aspectos macroscópicos de un sistema en equilibrio y predigan cualitativamente el sentido del desplazamiento de la condición de equilibrio.
- Apliquen los conocimientos del equilibrio químico en la predicción de reactivos y productos.
- Desarrollen habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales a través de la integración del trabajo teórico práctico.
- A través del trabajo en el laboratorio se fomentará el trabajo en equipo, la resolución de problemas abiertos y respeto al ambiente.

Como se puede reflexionar en los puntos anteriores presentados, se hace referencia a un aspecto importante: la integración del trabajo teórico con el práctico, siendo de especial interés este último, puesto que, es aquí, precisamente en la actividad experimental en donde incide el objetivo del trabajo que estoy desarrollando.

I.5. Laboratorio de Química General

Cuando se enseña ciencia, es importante tener presente que no sólo se aprenden conceptos, sino también se adquieren habilidades, destrezas y valores, aspectos que adquieren una importancia vital si se relacionan con los recientes cambios en la sociedad en la ciencia y en la economía de nuestro país.

Por lo cual, se considera que el laboratorio es un lugar idóneo para promover y fomentar cambios de actitud y culturales que lleven a los alumnos a sensibilizarse por la búsqueda de alternativas para optimizar recursos, tanto renovables como no renovables, así como al empleo de tecnologías que contribuyan al desarrollo de una “Química Verde”, (Carrillo, M., *et al.*, 2002).

Este informe refleja la problemática que se ha detectado en la enseñanza experimental de las asignaturas de Química General I y Química General II, materias que se imparten en los dos primeros semestres (respectivamente) de todas las licenciaturas que se ofrecen en esta institución educativa.

A continuación se describirá de manera general, cómo se imparte actualmente la enseñanza experimental en dichas asignaturas.

Como apoyo para el profesor que imparte la enseñanza experimental en estas asignaturas, existen diversos manuales de prácticas, que por lo general muestran protocolos de prácticas de laboratorio “cerrados” (aquellos en los que se les da todo a los alumnos: problema, procedimiento y resultados esperados); ésta, es una metodología

guiada que, en la gran mayoría de las veces no promueven ningún tipo de aprendizaje, puesto que no se reflexiona sobre el trabajo experimental.

Es pertinente mencionar, que actualmente con base en la experiencia se ha observado con agrado, que va en aumento el número de académicos que se están involucrando en buscar alternativas de enseñanza experimental, esto demuestra el interés por impartir una enseñanza experimental de mejor calidad.

Otra de las dificultades que interfieren con el trabajo experimental, se refiere al número de alumnos que ingresan cada año a la Facultad de Química (alrededor de 1300), este número ha ido en aumento y los laboratorios son los mismos, esto ha ocasionado que los espacios se conviertan en lugares inadecuados para un aprendizaje efectivo del trabajo experimental, por el número de alumnos que hay en ellos.

Considero que bajo estas condiciones es difícil lograr que se cumplan los objetivos planteados con anterioridad, aspecto que justifica el plantear alternativas del trabajo experimental.

Otro punto importante de analizar son las características de los alumnos que ingresan cada año a esta institución.

1.6 Características de los estudiantes

Los alumnos que ingresan a la Facultad de Química son los egresados del nivel medio superior de muy diversos subsistemas (ENP,CCH, bachilleratos tecnológicos, Conalep, colegio de bachilleres, preparatorias federales, etcétera.), de instituciones públicas y privadas y de diversos estados de la república.

Esto conforma una muestra muy heterogénea debida a su origen y formación previa. Lo que se espera sea un común denominador en ellos, son los siguientes aspectos que se muestran a continuación.

I.6.1 Perfil de Ingreso

Es deseable que el aspirante a estas licenciaturas (ciencias químicas) cuente con las siguientes habilidades:

- Capacidad de observación, abstracción, análisis y síntesis.
- Creatividad.
- Capacidad para pensar y actuar bajo el método científico.
- Habilidad psicomotora.
- Capacidad para trabajar en equipo, para incorporar nuevas ideas en el análisis de los problemas antes de tomar decisiones.
- Capacidad para desarrollar una mente crítica.
(http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=62&id_article=738&color=227AB9&rub2=337)

Esta institución educativa espera que los estudiantes al término de su licenciatura contemplen dentro de su formación los aspectos marcados en el perfil de egreso.

I.6.2 Perfil de Egreso

El químico egresado de la Facultad de Química de la UNAM es un profesional con una sólida formación científica y tecnológica, por lo que sus conocimientos, habilidades, actitudes y valores le permitirán ejercer su profesión con eficiencia, sentido crítico y honestidad.

Por ejemplo, el egresado de la carrera de Química contará con lo siguiente:

Conocimientos

- Tiene una formación científica sólida (nivel licenciatura) ya que poseerá los conocimientos importantes de matemáticas, física, química orgánica, química analítica, química inorgánica, fisicoquímica y estadística que constituyen la base del quehacer profesional del químico.
- Cuenta con los conocimientos teórico-prácticos fundamentales a través de una metodología científica para la identificación, resolución y prevención de problemas en su área profesional.
- Puede acceder a la información técnica o científica de su interés tanto en inglés, como en español.
- Posee los conocimientos básicos para comunicarse con sus pares y con los diferentes estratos sociales y organizacionales.
- Tiene los conocimientos básicos de los diferentes sistemas de organización y administración, importantes en cualquier organización.

Habilidades

El egresado de la Licenciatura en Química, es capaz de:

- Aprender por sí mismo.
- Participar con otros profesionistas formando equipos de trabajo multidisciplinarios para la resolución de problemas importantes de la salud, la producción, el cuidado del ambiente, etc.
- Realizar la síntesis, caracterización, manejo y análisis adecuados de productos naturales o sintéticos, puros o mezclados.

- Participar en el desarrollo de nuevas metodologías para la realización de síntesis y análisis químicos.
- Participar en el desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con productos químicos.
- Comunicarse en forma oral y escrita.
- Informar y orientar a los diferentes miembros de la sociedad sobre el uso y manejo correcto de los productos químicos y residuos peligrosos.

Actitudes y valores

El egresado de la Licenciatura en Química debe:

- Ejercer su actividad profesional dentro de un marco de responsabilidad, honestidad, profesionalismo y alto sentido ético.
- Comunicarse para interaccionar adecuadamente con los diferentes miembros de la Sociedad.
- Tener conciencia social
- Tener conciencia del desarrollo sostenible, lo cual implica asegurar el desarrollo económico cuidando la salud y el ambiente, asegurándose que las generaciones futuras tendrán las mismas condiciones de vida actual o mejor.
- Tener capacidad para tomar decisiones
- Poseer deseo de superación, especialización académica o profesional, en su vida profesional.
- Propiciar la conciencia armónica y sabiduría para el bienestar propio y de los demás.
(http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=62&id_article=739&color=227AB9&rub2=338)

Hasta aquí se ha mostrado un panorama general del contexto que enmarca este informe de trabajo. Se aborda la problemática que se ha detectado en la enseñanza experimental de las asignaturas de Química General I y Química General II.

Una forma de abordar el problema que se presenta en el trabajo de laboratorio es utilizar estrategias didácticas que permitan incidir de una mejor manera en la enseñanza del trabajo experimental, éste se lleva a cabo básicamente en el laboratorio, pero la propuesta va en el sentido de realizarlo no solamente en un laboratorio, sino también en otros espacios educativos como pueden ser las aulas escolares.

Las actividades experimentales adecuadas para trabajarse en estos espacios, deben ser elaboradas bajo ciertas características para que cumplan su objetivo principal, que es apoyar a los docentes en el logro de aprendizajes significativos en sus alumnos

CAPÍTULO II

LOS TRABAJOS EXPERIMENTALES

En este capítulo se presenta un panorama general sobre los principales aspectos y problemas relacionados con los trabajos experimentales, para ello, se revisaron artículos de diversos investigadores educativos.

II.1. Enfoques de los trabajos experimentales

Desde finales del siglo XIX, cuando se empieza a enseñar ciencia de manera sistemática, el *laboratorio* ha formado parte fundamental de la educación en ciencias, por considerar que el trabajo experimental favorece en los estudiantes el desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Actualmente la importancia del trabajo experimental ha ido en aumento, dado que el laboratorio es el lugar idóneo para promover y fomentar cambios de actitud y culturales que lleven a los alumnos a sensibilizarse por la búsqueda de alternativas para optimizar recursos, tanto renovables como no renovables.

En nuestro país, a partir de las reformas curriculares en la educación científica, dada a finales de los 60⁴, el trabajo experimental se utilizó para que los alumnos se ocuparan de investigaciones, descubrimientos, indagaciones y solución de problemas: el trabajo experimental se volvió el centro de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, sin embargo, ha sido periódicamente desacreditado y en ocasiones calificado como una pérdida de tiempo.

Algunos investigadores educativos han cuestionado la funcionalidad del trabajo experimental, la experiencia y los resultados de diversas investigaciones muestran que no

⁴ Durante el gobierno del Lic. López Portillo, se planteó la necesidad de realizar una reforma en el campo educativo. Esta reforma introdujo la teoría conocimiento científico con la práctica de este mismo conocimiento. (Lazarín, F. 1996), SEP (1970).

siempre es efectivo (Hofstein, A., y Lunetta, V.N.,1982, p. 212) y en ocasiones no se consiguen los resultados esperados. Cabe indicar que una gran parte de sus deficiencias se atribuye al carácter cerrado con que éstas se plantean, es decir, a su presentación como un conjunto de instrucciones que los alumnos deben seguir, sin darles tiempo y ocasión para que aprecien el objetivo que persigue la tarea propuesta y cómo puede ser resuelta, por lo que se señala que las prácticas experimentales fomentan que los alumnos sean incapaces de percibir claramente la “señal de aprendizaje”.

Muchas de las dificultades discutidas con anterioridad, se considera que se deben a la manera irreflexiva en que los diseñadores de planes de estudio y los profesores hacen uso del trabajo experimental; puede indicarse en pocas palabras que éste, es sobre utilizado e infrautilizado (Hodson, D.,1994); es usado en demasía en que los profesores emplean las prácticas como algo normal y no como algo extraordinario, con la idea de que serviría de ayuda para alcanzar todos los objetivos de aprendizaje, o por el contrario, es infrautilizado en el sentido de que solamente en contadas ocasiones se explota completamente su auténtico potencial.

Otro punto relevante es el hecho de que gran parte de la prácticas que se ofrecen se encuentran mal concebidas, son confusas y carecen de valor educativo real, de aquí la propuesta de reconceptualizar el trabajo experimental.

Aunado a lo anterior, se considera que en algunas instituciones educativas públicas de nivel licenciatura (áreas científicas) como es la facultad de química de la UNAM, se presenta otra problemática: la masificación de la educación, la matrícula ha aumentado año con año, no así las instalaciones y los espacios dedicados al trabajo experimental (laboratorios); a la vez, no puede dejarse de considerar que estas actividades son costosas, dado que se requiere de equipo, materiales y reactivos que en la mayoría de las veces son de importación.

Otro aspecto relevante, es el empleo de las tecnologías de la información y la

comunicación (TIC) en el ámbito educativo, si bien, presentan grandes ventajas y sirven como una herramienta de apoyo para la enseñanza experimental, la opinión de algunos profesores va en el sentido de sustituir las actividades experimentales presenciales en el laboratorio por el uso de videos y simulaciones.

Se considera que las TIC representan una buena herramienta para observar técnicas experimentales, hacer simulaciones y de esta forma apoyar el trabajo experimental, lo cual puede resultar muy enriquecedor, pero jamás lo va a sustituir. El realizar trabajo experimental es fundamental para el desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales en el estudiante.

En una valoración crítica del trabajo práctico (Hodson, D.,1994: 300), se señala que lo primero que deben hacer los docentes es formularse una serie de preguntas:

- ¿El trabajo de laboratorio motiva a los alumnos? ¿Existen otras formas alternativas mejores de motivarlos?
- ¿Los alumnos adquieren las técnicas de laboratorio a partir del trabajo práctico que realizan en la escuela? ¿La adquisición de estas técnicas es positiva desde un punto de vista educativo?
- ¿El trabajo de laboratorio ayuda a los alumnos a comprender mejor los conceptos científicos? ¿Hay otros métodos más eficaces para conseguirlo?
- ¿Cuál es la imagen que adquieren los alumnos sobre la ciencia y la actividad científica al trabajar en el laboratorio?
- ¿Hasta qué punto el trabajo práctico que efectúan los alumnos puede favorecer las denominadas “actitudes científicas”? ¿Son éstas necesarias para practicar el correcto ejercicio de la ciencia?

Cualesquiera que sean las respuestas a estas interrogantes, se considera que los profesionales de la educación tienen que llevar a cabo una profunda reflexión sobre los puntos anteriores.

Por otro lado, varios investigadores han destacado la importancia de este tipo de actividades para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias (Harlem, 1989; Reid y Hodson, 1993; Claxton,1994), ya que entre otros aspectos facilitan la comprensión de cómo se elabora el conocimiento científico y de su significado.

Tomando como base lo mencionado con anterioridad y desde este punto de vista, en este informe se mostrarán los beneficios y las grandes ventajas que representa utilizar el trabajo experimental como estrategia de aprendizaje. Pero, ¿qué son los trabajos experimentales?

II.2. Los trabajos experimentales

Los trabajos experimentales, se refieren a las actividades de enseñanza de las ciencias en las que los alumnos han de utilizar determinados procedimientos para resolverlas; éstos procedimientos, se encuentran relacionados con el trabajo de laboratorio o de campo, pero en un sentido más amplio pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de diferentes características, convirtiéndose de esta manera, en una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, debido a que permiten lograr varios objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las clases de ciencias y el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar (Caamaño, A.,1992).

Los objetivos de los trabajos experimentales reportados en algunos artículos de investigación educativa (Hodson, D., 1994, y Caamaño, A., 1992), muestran que estos son útiles para:

- Motivar al estudiante
- Favorecer el aprendizaje de técnicas de laboratorio
- Ayudar a la comprensión de conceptos científicos
- Desarrollar habilidades del pensamiento
- Conocer el método científico y su uso

- Fomentar y desarrollar actitudes científicas
- Desarrollar el trabajo en equipo
- Fomentar una actitud crítica y de respeto al medio ambiente
- Fomentar la ética y los valores de los estudiantes.

Algunos investigadores educativos (Hodson, D., 1994, y Caamaño, A., 1992), reportan que cuando se analiza cada uno de los objetivos que persiguen los profesores, se concluye que en ocasiones éstos no se alcanzan.

Se considera que, la razón por la cual éstos no se alcanzan, es debido a que en muchas ocasiones, los mismos profesores son los culpables, ya que solicitan a los estudiantes una gran cantidad de información al realizar su trabajo en el laboratorio, por ejemplo: les piden que comprendan el problema que plantea la práctica, el procedimiento experimental, que investiguen la teoría relacionada con el problema (con una ayuda mínima del profesor), que lean, asimilen y sigan las instrucciones del experimento, que monten y manejen el equipo (en muchas ocasiones los alumno ni siquiera conocen estos instrumentos), que recopilen datos, que lleguen a resultados y conclusiones y además que hagan un informe que también en muchos casos no se les dice cómo realizarlo. En resumen, se considera que el trabajo experimental, tal como se lleva a cabo en la actualidad, no propicia la reflexión y en vez de ser productivo y enriquecedor, dificulta el aprendizaje y genera confusión entre los estudiantes.

Por otro lado, algunos autores⁵ mencionan que el aprendizaje de las ciencias debe concebirse como un cambio conceptual, metodológico y actitudinal, lo que implica una completa integración entre la teoría, las prácticas de laboratorio y la resolución de problemas en un proceso único de construcción de conocimientos científicos, por lo que se requiere: reconceptualizarlo.

⁵ Hodson, D., 1994

La reconceptualización significa perfilar los tipos de trabajos experimentales con base en tres finalidades: (Hodson, D.,1994)

- Aprender ciencia: conocimientos teóricos y conceptuales.
- Aprender qué es la ciencia: entender su naturaleza, métodos y su relación con la sociedad.
- Aprender a hacer ciencia: técnica de la investigación científica y resolución de problemas

Se considera que los avances deben de partir de la redefinición y reorientación del concepto de trabajo experimental y de una mejor adaptación de la actividad experimental al objetivo planteado.

Para establecer el tipo de trabajo experimental que se debe de aplicar, es determinante definir con claridad lo que se quiere que los estudiantes aprendan.

II.2.1 Diversos tipos de trabajos experimentales

Las actividades experimentales pueden ser variadas, y se clasifican en las siguientes categorías:

- **Experiencias:** Actividades destinadas a obtener una familiarización perceptiva con el fenómeno.

Por ejemplo, observar diferentes tipos de hojas, sentir la rugosidad de un cierto material, oler el perfume de una flor, comprobar el tacto de algunas rocas, sentir la fuerza de una goma elástica al estirla, observar algunos cambios de estado y también cambios químicos como: formación de un precipitado, formación de un gas, cambio de color. Percibir por medio del tacto reacciones exotérmicas y endotérmicas, etcétera.

- **Experimentos ilustrativos:** Se utilizan para mostrar un principio o una relación entre variables.

Suponen una aproximación cualitativa o semi cuantitativa al fenómeno. Por ejemplo observar la relación entre el aumento de presión y la disminución de volumen de un gas a

temperatura constante, apreciar que las sustancias tienen diferente capacidad de aumentar su temperatura cuando reciben energía calorífica, etcétera.

- **Ejercicios prácticos:** Actividades diseñadas para desarrollar determinadas habilidades en distintos contextos:

a) Para el aprendizaje de procedimientos o destrezas

El estudiante desarrolla habilidades prácticas, (medición, manipulación de material e instrumentos de laboratorio). Ejemplo; uso de la balanza para medir masas, uso de material volumétrico para medir volúmenes, montar un equipo de destilación, etcétera.

b) Para ilustrar la teoría

El estudiante desarrolla habilidades intelectuales en un contexto científico (observación, clasificación, inferencia, emisión de hipótesis, control de variables, diseño de experimentos, estrategias de investigación, realización de un experimento, interpretación en el marco de modelos teóricos, aplicación de conceptos). Un ejemplo muy común, es que los estudiantes realicen la descripción de la combustión de una vela, separen algunas mezclas, preparen ciertas disoluciones, etcétera.

c) Para desarrollar actitudes.

El estudiante desarrolla habilidades de comunicación. Ejemplos: realización de un informe de salida de campo, reporte de un experimento, exposición de los resultados obtenidos, escribir un artículo de investigación o divulgación, etcétera.

- **Investigaciones:** Actividades diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos, para aprender en su curso cómo se hace el trabajo científico, las destrezas y procedimientos propios de la indagación. Ejemplo; ¿cómo se podría reducir la contaminación de las aguas?, ¿cuál es el mejor quitamanchas para la ropa?, ¿cómo construir un avión de papel que vuele más lejos?, ¿cuál es la mejor crema para disminuir las líneas de expresión del rostro?, etcétera.

De acuerdo con (Tamir, 1992: 381-392) “Las investigaciones son las de menor presencia en las aulas y sin embargo son las que más ayudan a aprender”

Con base en la experiencia, cuando un estudiante se enfrenta a una actividad experimental de este tipo, se enfrenta a un reto que en la mayoría de las veces lo motiva y lo induce a poner en marcha todas sus habilidades tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales que lo llevan a la reflexión e indagación, aspectos claves del quehacer científico. Cabe mencionar la importancia de contar con la guía del profesor.

Una vez analizados los diferentes tipos de trabajos experimentales, se considera importante hacer referencia acerca de la evolución de las funciones atribuidas a estas actividades.

II.3 Funciones atribuidas a los trabajos experimentales

En este apartado se analizan algunos modelos educativos para ver las ventajas o desventajas que prevalecen en ellos.

Paradigmas educativos

II.3.1. Paradigma enseñanza por transmisión

Tradicionalmente, (antes de los años setentas), los trabajos experimentales por lo general fueron utilizados para que los estudiantes aprendieran “técnicas y procedimientos”, dejando el aspecto conceptual y el actitudinal, totalmente fuera de esta actividad. Los estudiantes seguían al pie de la letra las indicaciones que se daban en un protocolo de prácticas en el cuál no había espacio para la reflexión.

En este paradigma, se observa claramente la separación que se daba y que en algunos casos se sigue dando entre la “enseñanza teórica” y “la enseñanza práctica” y desde luego se da más valor a la enseñanza teórica. Ya que bajo este paradigma, predomina únicamente la adquisición de habilidades procedimentales.

II.3.2 Paradigma del descubrimiento guiado y del descubrimiento autónomo

En los años setenta, se propone que los trabajos experimentales consistan en actividades de descubrimiento de hechos, conceptos y leyes mediante el uso de los procesos de la ciencia en situaciones guiadas por el profesor. (Calatayud, Gil y cols. 1978). Dentro de este mismo modelo, hay una concepción más autónoma, en donde no se pone énfasis en las conclusiones de tipo conceptual a las que hay que llegar, sino en el proceso de la investigación.

Bajo este paradigma, predomina el aprendizaje de la ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos y conceptuales

II.3.3 Paradigma de la ciencia de los procesos

Concepción de los trabajos experimentales como actividades encaminadas a aprender los **procesos** de la ciencia (observación, clasificación, emisión de hipótesis, realización, etc.), independientemente de los contenidos conceptuales concretos sobre los que se trabaja. (Salas, 1983)

En este modelo, predomina el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia (aprendiendo los métodos de la ciencia)

Considero que el empleo de este paradigma en la enseñanza de las ciencias en el nivel básico (primaria y secundaria) resulta benéfico, ya que estas habilidades son de gran importancia en el desarrollo de todo ser humano y les serán de gran utilidad a lo largo de toda su vida.

II.3.4 Paradigmas de investigación unido a la resolución de problemas prácticos

Los trabajos experimentales deben reservarse solo para la adquisición de habilidades prácticas y para poner a los estudiantes en situación de resolver problemas prácticos

Al poner a los estudiantes en la situación de resolver un problema práctico, el nivel de

indagación que representa es alto ya que ellos deben de poner en juego muchas habilidades no solo procedimentales sino también conceptuales y actitudinales, lo que representa un mejor aprendizaje de los conceptos involucrados.

En la actualidad, la concepción constructivista del aprendizaje y enseñanza de la ciencia ha hecho valorar la importancia de los conocimientos previos y de las expectativas teóricas que tenemos respecto a los fenómenos que se investigan, en consecuencia, ha cuestionado la validez del paradigma de la enseñanza por descubrimiento, ya que no se trata de descubrir sino de construir este conocimiento a partir de la interacción de nuestras ideas con las de los demás y con nuestra experiencia.

A manera de resumen, los factores que influyen en un mejor aprendizaje son el “uso y la forma de ponerlos en práctica” y también la guía del profesor y su acompañamiento, ya que sin ellos cualquier modelo educativo está destinado al fracaso.

II.3.5 Planteamiento de los trabajos experimentales desde las perspectivas transmisiva y constructivista sobre el desarrollo de los conocimientos.

En el siguiente cuadro se presentan dos posturas (perspectiva transmisiva y perspectiva constructivista), en donde observan desde el punto de vista pedagógico, las grandes ventajas que representa la visión constructivista.

Perspectiva transmisiva	Perspectiva constructivista
1.Confirmar algo ya visto en una lección de tipo expositivo	1.El profesor(no solo transmisor) debe actuar como guía, facilitando el proceso de aprendizaje y creando condiciones que permitan el cambio conceptual
2.Exigir que los alumnos sigan una receta para llegar a una conclusión predeterminada	2. El profesor debe informarse sobre las preconcepciones, habilidades y dificultades para entender temas científicos y resolver problemas prácticos.
3.Percibir el laboratorio como el lugar	3.El profesor debe centrar su atención

donde se hacen cosas pero no se ve el significado	en aspectos sociales del aprendizaje
4.Proceder ciegamente a tomar apuntes o a manipular aparatos sin tener un propósito	4.Elección de experiencias científicas apropiadas para el aula: <ul style="list-style-type: none"> • Formular propuestas basándose en conocimientos previos. • Proponer soluciones probables. • Comprobar estas soluciones. • Comprobar y discutir los procedimientos y las soluciones finales

Al analizar el cuadro, se observa que la perspectiva transmisiva implica una demanda cognitiva del laboratorio baja, por lo que presenta un enfoque atomista, puesto que solamente siguen un listado de actividades secuenciado para llegar a una conclusión, en algunos casos predeterminada en donde no hay una reflexión sobre lo que se está haciendo y como consecuencia no hay adquisición de conocimientos.

La perspectiva constructivista implica realizar experimentos que plantean solución de problemas, por lo que se tiene una visión holística, la cual implica una demanda cognitiva mayor, dado que se realizan investigaciones desde un principio, en el curso de las cuales aprenderán progresivamente las habilidades propias del quehacer científico, con la interacción de sus compañeros y teniendo de guía a su profesor.

La discusión acerca de si el aprendizaje de los procesos científicos requiere hacerse aisladamente o en el transcurso de la solución de investigaciones, toma actualmente la forma de un debate entre estas dos visiones. Algunos investigadores educativos como los constructivistas (Driver, R., 1987 y Millar, R., 1989) han sido unos de los críticos más acérrimos de la visión atomista del aprendizaje de los procesos.

CAPÍTULO III

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL DE LA QUÍMICA EN EL NIVEL DE EDUCACIÓN SUPERIOR

Este capítulo se refiere a las estrategias de enseñanza que el profesor puede utilizar para promover aprendizajes significativos⁶ en sus estudiantes, de acuerdo con los diversos tipos de trabajos experimentales y a los objetivos que se persigan.

Primeramente, se revisarán algunas estrategias de enseñanza generales que se pueden emplear tanto en los laboratorios escolares como en el salón de clases. Posteriormente se presentaran ejemplos de estrategias de enseñanza experimentales diseñadas para ser utilizadas en los primeros semestres de educación superior en el área de las ciencias químicas, en ellas se ilustran algunos de los temas del programa de la asignatura Química General I y Química General II.

Las estrategias presentadas fueron elaboradas bajo ciertos principios educativos: perspectiva experiencial, reflexiva y situada (el conocimiento se genera y se recrea en determinada situación), cuya meta es la construcción de conocimientos y habilidades de alto nivel o la adquisición de estrategias adaptativas y cooperativas para la solución de problemas pertinentes en escenarios tanto académicos como cotidianos.

⁶ Aprendizaje significativo es aquel proceso que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes. (Díaz-Barriga, F., 2005).

III.1 ESTRATEGIAS COMO ACCIÓN DIDÁCTICA

III.1.1 Introducción

La profesión de la docencia enfrenta nuevos retos y demandas, debido a que esta tarea no se debe restringir a una mera transmisión de la información, es un hecho que los cursos tradicionales, teóricos y academistas, ya no resultan apropiados para las necesidades y expectativas de formación de niños, jóvenes y adultos. En este sentido, la concepción del aprendizaje la debemos visualizar bajo enfoques contemporáneos de corte constructivista, sociocultural y situados⁷. Se considera que para ser profesor no es suficiente con ser experto en una disciplina, algunas investigaciones subrayan la importancia del docente al ayudar a sus estudiantes a aprender (Good, T., 2003; Shuell, T., 1996), de aquí surge la necesidad de conocer y utilizar diversas estrategias didácticas que le permitan promover el logro de aprendizajes significativos en sus estudiantes.

III.2 ¿Qué son las estrategias de enseñanza?

Es relevante indicar lo que se concibe como estrategias de enseñanza; éstas hacen referencia a *procedimientos que el profesor utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes* (Mayer, R.E., 1984; Shuell, T., 1988), también pueden ser ubicadas como medios o recursos para prestar la ayuda pedagógica (Díaz-Barriga, F., 2005).

En lo particular, considero a las estrategias de enseñanza como un “conjunto de acciones planificadas” (métodos, procedimientos, pasos, técnicas, habilidades o recursos), que el profesor utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes.

Los docentes deben de tener a su alcance gran diversidad de estrategias, conociendo qué función tienen y cómo pueden utilizarse o desarrollarse apropiadamente.

⁷ El conocimiento es situado, es parte y producto de la actividad, del contexto y de la cultura en que se desarrolla y utiliza (Díaz-Barriga, F., 2006)

En este informe se enfatiza en las estrategias que involucran trabajos experimentales, dado que se desarrolla en una institución educativa del área de las ciencias químicas. Cabe señalar que cuando se habla de trabajos experimentales, nos referimos a las actividades experimentales de enseñanza de las ciencias en las que los estudiantes han de utilizar determinados procedimientos, habilidades y estrategias para resolverlas (Del Carmen, L., 2004).

III.2.1 Pero, ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta para elegir una determinada estrategia?

Referente a la selección de estrategias, algunos investigadores mencionan que los propios docentes constituyen uno de los factores más importantes que influyen en la cuestión de cómo enseñar. Cómo enseñamos es algo que en gran medida depende de quiénes somos (Kagan, D., 1992)

“Los objetivos de aprendizaje que seleccionamos, las estrategias de las que nos valemos para alcanzar los objetivos y la manera en que nos relacionamos con los estudiantes, depende de lo que aportamos al aula como seres humanos”, señala Kagan, D., (1992).

A continuación, se presentan algunos aspectos esenciales a considerar acerca de qué tipo de estrategia es la indicada para utilizarse en ciertos momentos de la enseñanza (Díaz-Barriga, F., 2005), ya sea en un salón de clase o en un laboratorio para enseñanza experimental, como es el caso del presente trabajo académico.

1. Considerar las características generales de los estudiantes (nivel académico, nivel de desarrollo cognitivo, conocimientos previos, factores motivacionales, contexto social, etcétera). Se destaca que no todos los alumnos son iguales, aunque estén en el nivel superior. (Didáctica diferencial).
2. Tipo de dominio del conocimiento en general y del contenido curricular en particular, que se va a abordar (Didáctica de las disciplinas)
3. La intencionalidad o meta que se desea lograr, así como las actividades cognitivas y pedagógicas que debe realizar el estudiante para conseguirla.

4. Vigilancia constante del proceso de enseñanza, así como el progreso y aprendizaje de los estudiantes.
5. Determinación del contexto intersubjetivo (por ejemplo, el conocimiento ya compartido) creado con los estudiantes hasta ese momento, si es el caso.

Cada uno de estos aspectos y su posible interacción, constituyen un importante argumento para decidir en un momento determinado por qué utilizar algunas estrategias y de qué modo hacer uso de ellas.

III.2.2 Clasificación y funciones de algunas estrategias de enseñanza

A continuación se presenta una revisión documental de lo que reportan los autores Díaz-Barriga, F., y Hernández, G., en su libro *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, 2005

Las siguientes son estrategias de enseñanza muy generales, que pueden aplicarse de hecho a todas las situaciones de la docencia, en cualquier área del conocimiento. Los ejemplos están relacionados al área de las ciencias.

III.2.3 Estrategias para orientar y guiar la atención y el aprendizaje

Son recursos que el profesor utiliza para guiar, orientar y ayudar a mantener la atención de los estudiantes durante una sesión, discurso o texto

Ejemplos:

- **Señalizaciones.** Son señalamientos que se hacen en un texto o en la situación de enseñanza para enfatizar u organizar elementos relevantes del contenido por aprender.

Por ejemplo, en la guía didáctica para la realización de una práctica de laboratorio, se ponen en negritas los objetivos que se persiguen.

En las etiquetas de los frascos de reactivo que se encuentran en los laboratorios escolares aparecen ciertos símbolos de seguridad, como por ejemplo los siguientes:



Corrosivo

Daño al medio ambiente

En ambos casos, estos símbolos son señalizaciones para hacer énfasis en el manejo del reactivo químico.

- **Preguntas insertadas.** Ayudan a que el alumno consolide lo que ha aprendido. Por ejemplo; en la práctica de laboratorio “Eliminación de impurezas en aguas residuales” (Carrillo, M., et al 2002, pag.38), el estudiante llega a un punto en el que tiene que pasar una muestra de agua residual a través de un filtro que contiene carbón activado. En esta secuencia de la práctica se insertan las siguientes preguntas ¿qué cambios observó en su muestra de agua después de este tratamiento con carbón?, ¿qué función desempeña el carbón activado?

El objetivo de insertar preguntas dentro de la guía didáctica de una práctica, es para que el estudiante, haga un alto y reflexione sobre lo que está haciendo, se cuestione y realice observaciones más cuidadosas. De esta manera va consolidando su aprendizaje.

III.2.4 Estrategias para organizar la información nueva a aprender

Estas estrategias proveen de una organización global de las ideas contenidas en la información nueva por aprender, mejorando la significatividad lógica, y en consecuencia, hace probable el aprendizaje significativo de los alumnos.

Ejemplos:

- **Resúmenes.** Estos facilitan que recuerde y comprenda la información relevante del contenido por aprender.
- **Organizadores gráficos.** Facilitan el recuerdo y la comprensión de algún tema en particular.

- **Mapas y redes conceptuales.** Son útiles para realizar una codificación visual y semántica de conceptos, proposiciones y explicaciones. Contextualizan las relaciones entre conceptos y proposiciones.

III.2.5 Estrategias para mejorar la codificación de la información por aprender

Se trata de estrategias que van dirigidas con el fin de proporcionar al estudiante, la oportunidad para que realice una codificación ulterior, complementaria o alternativa a la expuesta por el profesor o, en su caso, por el texto.

Ejemplos:

- **Ilustraciones y gráficas.** Estas facilitan la codificación visual de la información (descriptiva, expresiva, construccional, funcional y algorítmica)
- **Preguntas intercaladas.** Mejoran la codificación de la información relevante. El estudiante se autoevalúa gradualmente.

Por ejemplo; en clase de química, se les proporciona a los estudiantes un artículo de una revista de divulgación de las ciencias (revista ¿Cómo ves? de la UNAM), con un tema de interés general, junto con esta lectura les entrego una *guía de lectura*⁸, la cual les permite mejorar la codificación de la información más relevante.

Ejemplo de la guía de lectura:

La siguiente guía te ayudará a comprender el texto que te proporcionamos:

1. ¿Qué problemas de comprensión tuviste en la lectura de este texto? (con los términos o conceptos utilizados, con los argumentos esgrimidos, etcétera).
2. ¿Cuál es la cuestión central o tesis que aborda o defiende el autor?
3. Resume el texto en no más de cinco líneas.
4. ¿Qué preguntas formularías para asegurarte que el texto ha sido comprendido?

⁸ Consiste en una serie de preguntas, que se deben ir intercalando en la lectura para codificar mejor la información que esta proporciona.

5. Finalmente elabora un diagrama de la estructura del texto, poniendo en primer lugar la idea central unida mediante líneas a las ideas secundarias que dependen sólo de ella.
6. ¿Qué título le pondrías a la lectura?

III.2.6 Estrategias para activar (o generar) conocimientos previos

Son aquellas estrategias dirigidas a activar los conocimientos previos de los estudiantes. Su activación sirve, en un doble sentido: para conocer lo que ya saben y para utilizar tal conocimiento como base para promover nuevos aprendizajes.

El aprendizaje significativo, no sería posible sin conocimientos previos que permitan asimilar, interpretar y entender la información nueva, para luego, por medio de ella, reestructurarse y transformarse hacia nuevas posibilidades. De aquí la importancia de *activar* los conocimientos previos pertinentes de los estudiantes, para luego ser retomados y relacionados en el momento adecuado con la información nueva que se vaya construyendo conjuntamente con ellos.

Ejemplos:

- **Actividad focal introductoria.** Es el conjunto de aquellas estrategias que buscan atraer la atención de los alumnos, activar los conocimientos previos o incluso crear una apropiada situación motivacional de inicio. Una actividad que resulta efectiva, es aquella que presenta situaciones sorprendentes (algo que el estudiante no se espera y capturan de inmediato su atención), un ejemplo de ello son las “experiencias de cátedra o de aula”*

Los ejemplos* que pongo al final de este capítulo, están contemplados en esta categoría y conforman el libro: Hernández, M.G. *et al.* (2010). “Sorprender no es suficiente: 30 experimentos de aula”, Facultad de Química. UNAM, (México, D.F)

- **Discusiones guiadas.** Este es un procedimiento interactivo a partir del cual profesor y alumnos hablan acerca de un tema determinado. Al aplicar esta estrategia, desde el inicio los alumnos activan sus conocimientos previos, y con base en la discusión con el profesor, pueden ir desarrollando y compartiendo con los otros información previa que pudieron, no poseer (o al menos no del mismo modo) antes de que la estrategia fuese iniciada.

III.2.7 Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se va a aprender

Estas estrategias están destinadas a ayudar, a crear enlaces adecuados entre los conocimientos previos y la información nueva a aprender, asegurándose con ello una mayor significatividad de los aprendizajes logrados. A este proceso de integración entre lo “previo” y lo “nuevo” se le denomina: “construcción de conexiones externas” (Mayer, R. E., 1984)).

Ejemplos:

- **Organizadores previos:** éstos se definen como el conjunto de conceptos y proposiciones de mayor nivel de inclusión y generalidad que la información nueva que se va a aprender. Su función principal consiste en proponer un contexto conceptual que se activa para asimilar significativamente los contenidos curriculares (Ausubel, D.P., 1976; García Madruga, J.A., 1990). Éstos deben introducirse en la situación de enseñanza antes de que sea presentada la información nueva que se habrá de aprender, por ello es que se recomienda cuando la información nueva que los alumnos van a aprender resulta larga, difícil y muy técnica (Hernández, P, y García, L., 1991).
- **Analogías:** Son proposiciones que indican que un objeto o evento es semejante a otro. El propósito de esta estrategia es relacionar la nueva experiencia con un conjunto de conocimientos y experiencias análogas que ayudan a comprender el

contenido. Son útiles para mejorar la comprensión de contenidos complejos y abstractos y fomentar el razonamiento analógico en los estudiantes.

III.2.8 Estrategias de aprendizaje para contenidos declarativos

Se ha demostrado que estas estrategias resultan ser efectivas para el aprendizaje de información factual dentro de los escenarios escolares.

La información factual se presenta en diversas formas en la enseñanza, tales como datos (aprender símbolos químicos o matemáticos, fórmulas, datos numéricos, fechas históricas), lista de palabras o términos.

Ejemplos:

- **Repetición:**

- Simple.** Se repite varias veces cada término

- Parcial.** Se repiten juntos grupos de términos.

- Acumulativa.** En cada repetición se añade otro término más a los de la vez anterior.

- **Organización categorial.** Consiste en agrupar los nombres en función de categorías de pertenencias.

Un ejemplo común en el área de las ciencias químicas es el aprendizaje de la tabla periódica.

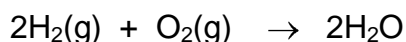
Por ejemplo, aprender los símbolos de los elementos que se agrupan dentro de una familia, o los elementos que conforman un determinado período: Familia de los metales alcalinos: Li, Na, K, Rb, Cs y Fr, (litio, sodio, potasio, rubidio, cesio y francio); Familia de los halógenos. F, Cl, Br, I y At (flúor, cloro, bromo, yodo y ástato)

- **Elaboración verbal y visual.** Consiste en crear una frase en la que aparezca el término o términos a aprender o en crear una imagen que facilite su asociación.

Por ejemplo, en clase de química se escribe en el pizarrón la siguiente frase:

“dos moles de hidrógeno gaseoso reaccionan con un mol de oxígeno gaseoso para formar dos moles de moléculas de agua”

Los estudiantes tendrán que asociar a esta frase un *modelo* que represente químicamente lo que está escrito en la frase, quedando de esta forma la siguiente ecuación química:



El asociar la frase a esta ecuación y viceversa requiere una alta capacidad de razonamiento abstracto por parte de los estudiantes.

La química es una ciencia que va de lo concreto a lo abstracto, de aquí que su enseñanza-aprendizaje presente algunas dificultades.

En resumen, en esta sección se hizo una revisión de algunas de las estrategias generales que se utilizan en el proceso educativo así como también dentro del proceso de enseñanza de las ciencias experimentales, pero se requiere por el objetivo del presente trabajo el enfocar en la educación científica, área en donde desempeño mi labor docente.

III.3. La enseñanza de las ciencias

¿Cómo debe de ser la educación en ciencias?

Interrogantes como el ¿qué?, el ¿para qué? , el ¿dónde? y el ¿cómo?, han cambiado con el tiempo, en la siguiente tabla se contemplan algunos de estos cambios.

Ayer	Hoy
<ul style="list-style-type: none">• Formar a los futuros científicos	<ul style="list-style-type: none">• Divulgar el conocimiento científico
<ul style="list-style-type: none">• Énfasis en el contenido disciplinario	<ul style="list-style-type: none">• Énfasis en la relevancia para el individuo y su sociedad.
<ul style="list-style-type: none">• Ciencia en el laboratorio.	<ul style="list-style-type: none">• Ciencia en la comunidad.
<ul style="list-style-type: none">• I maestro enseña.	<ul style="list-style-type: none">• El alumno aprende.
<ul style="list-style-type: none">• El alumno adquiere	<ul style="list-style-type: none">• El alumno construye

conocimientos.	conocimientos.
<ul style="list-style-type: none"> • Se evalúa para promover y acreditar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se evalúa para conocer y transformar.
<ul style="list-style-type: none"> • Prioridad al conocimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prioridad al desarrollo de habilidades intelectuales, procedimentales y actitudinales.
<ul style="list-style-type: none"> • Se busca identificar aplicaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se busca evaluar los costos y los beneficios.
<ul style="list-style-type: none"> • Se pretende que el alumno conozca modelos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se busca que el alumno resuelva problemas y tome decisiones.
<ul style="list-style-type: none"> • Concepción positivista. 	<ul style="list-style-type: none"> • Concepción constructivista.

Desde este punto de vista, invitaría a reflexionar e investigar sobre la práctica docente, para ello, es necesario elaborar nuevas estrategias de enseñanza que permitan reelaborar ciertas concepciones alternativas de los estudiantes a fin de llegar al conocimiento científico.

Con base en la experiencia docente en el área de las ciencias, se considera que la apropiación del saber científico por parte de los estudiantes, no ocurre fácilmente y los conocimientos científicos, por lo general resultan de difícil comprensión.

III.3.1 Visión moderna de la educación científica

En las últimas décadas ha cambiado la visión del proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias, como puede apreciarse en la siguiente reflexión.

“El aprendizaje de las ciencias debe concebirse como un cambio a la vez conceptual, metodológico y actitudinal, ello implica una completa integración entre la teoría, las prácticas de laboratorio y los problemas en un proceso único de construcción de conocimientos científicos”, señala Hodson, D., (1994)

Para ello se perfilan las actividades experimentales con base en tres finalidades:

1. Aprender ciencia: conocimientos teóricos y conceptuales.

2. Aprender qué es la ciencia: entender su naturaleza, métodos y su relación con la sociedad.
3. Aprender a hacer ciencia: técnica de la investigación científica y resolución de problemas.

Ante esto, se puede cuestionar:

¿Qué es el conocimiento científico?

Afortunadamente, en este campo se encuentra que algunos investigadores están interesados e involucrados en la didáctica de las ciencias, al respecto, Hodson, D., dice lo siguiente.

La gente hace ciencia:

“La ciencia es hecha por personas y estas personas, como todas, tienen valores, creencias, opiniones e intereses. Quiero mostrar a los estudiantes que estas personas pueden ser amables, sensibles, de buen humor y apasionadas (...) abrir la posibilidad de hacer ciencia de forma diferente”, señala Hodson, D., (1998)

Comentarios como estos hacen pensar en la gran riqueza y oportunidad que tienen los docentes para realizar cambios en su forma y actitud ante la enseñanza no sólo de las ciencias, sino en cualquier área educativa.

Pero, ¿Cómo se genera el conocimiento científico?

Para dar respuesta a esta interrogante, investigadores como Pozo y Gómez Crespo, manejan diversas concepciones sobre este tema.

III.3.1.1 Concepción constructivista

- El conocimiento científico no se extrae de la realidad sino que procede de la mente de los científicos que elaboran modelos y teorías para dar sentido a esa realidad (Pozo y Gómez Crespo, 1989, p. 24).

- La ciencia es un proceso “socialmente definido” de elaboración de modelos que permiten *interpretar* la realidad.

Premisas del constructivismo

La principal premisa del constructivismo dice que “el sujeto es el constructor de su propio conocimiento”

Elementos del constructivismo

- El conocimiento se construye activamente
- Las interacciones sociales, la colectividad, la cultura y el contexto intervienen en la construcción del conocimiento.
- El propósito de la cognición es dar coherencia al mundo de la experiencia, tanto individual como colectivamente.

El objetivo fundamental del constructivismo en la enseñanza es aprender para generar un cambio conceptual y esto se logra cuando:

- Los estudiantes son responsables de sus procesos de aprendizaje
- Se dan oportunidades para que los estudiantes expliciten sus conocimientos, apliquen los modelos construidos, los confronten, los expliquen y de esta manera sus conocimientos se transformen y cambien.
- Apoyar los procesos de reconstrucción de ideas y opiniones
- El significado de los conceptos es *negociado* a través del lenguaje
- Se crea un clima de clase en el que sea posible preguntar y exponer las ideas
- Se asegura que las preguntas sean expresadas de forma productiva
- Se *reflexiona* sobre lo aprendido

Se puede decir que el aprendizaje significativo se caracteriza por ser un proceso de cambio de los esquemas referenciales del estudiante, movido por sus intereses,

necesidades y motivaciones, logrado a través de su propia experiencia significativa, a partir de lo que ya sabe, darle significado y sentido a lo nuevo y de esta manera el aprendizaje resulta duradero.

Desde este punto de vista, se pretende favorecer el aprendizaje significativo de los estudiantes que ingresan a la Facultad de Química, propiciar un cambio de actitudes en los estudiantes respecto del conocimiento científico en el abordaje de las situaciones problemáticas y mejorar el rendimiento académico en la asignatura Química General I y II.

III. 4 PROPUESTA DIDÁCTICA

Partiendo de la pregunta inicial que sirvió de base para la elaboración del presente informe de mi práctica profesional; ¿Cuáles son las características didácticas para que el trabajo experimental en la enseñanza de la química a nivel licenciatura promueva aprendizajes significativos?, la respuesta a esta interrogante es elaborar y diseñar actividades experimentales con una base pedagógica, como una guía didáctica sustentada en los momentos (diagnóstico de necesidades, planeación, ejecución y evaluación), y en los elementos didácticos (educador-educando, contenidos académicos, objetivos, recursos, estrategias, lugar y tiempo).

Dentro de este contexto es que se encuentran pensadas y diseñadas las estrategias didácticas experimentales que se presentan.

En el apéndice al final de este capítulo, se ponen algunos ejemplos de las estrategias elaboradas y que forman parte de mi propuesta. Estas, conforman el libro: Hernández, M.G. *et al.* (2010). “Sorprender no es suficiente: 30 experimentos de aula”, Facultad de Química. UNAM, (México, D.F), del cual soy coautora.

III.4.1 Un primer acercamiento a la química

Aprendiendo a hacer ciencia

Imparto clases a nivel licenciatura en la Facultad de Química de la UNAM, a estudiantes de primero y segundo semestre de todas las carreras que ofrece esta institución educativa.

En estos dos primeros semestres se lleva una química general en donde se ven temas que van desde la materia, propiedades de la materia, periodicidad, nomenclatura química, enlace químico, hasta diversos tipos de reacciones, equilibrio químico y estequiometría.

Para muchos de los estudiantes que ingresan a la licenciatura, es su primer contacto con la química y su enseñanza experimental (laboratorio).

Con base en la experiencia, se considera que el laboratorio se debe visualizar como un potenciador de competencias (desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales). De aquí la importancia de que los estudiantes desde un principio también lo perciban así.

Se puede empezar por preguntarse ¿Cuál es función de las prácticas de laboratorio? Aunque sabemos que siempre hay diferencias entre lo que idealmente nos gustaría hacer y lo que realmente hacemos, el profesor debe tener claridad en los objetivos que *deberán* cubrirse con las prácticas de laboratorio. En otras palabras: ¿para qué hacemos prácticas de laboratorio? ¿qué queremos que los estudiantes aprendan?.¿qué les queremos enseñar?.

Con esta reflexión, quiero decir que una misma actividad experimental, puede servir para lograr *objetivos* diferentes, de aquí la importancia de definir con claridad desde un principio, qué objetivo queremos alcanzar?. A este respecto, considero que las actividades experimentales sean pensadas y diseñadas para lograr pocos objetivos a la vez (no más de dos), por considerar que didácticamente no son viables, puesto que los estudiantes se confunden y se “pierden” entre los objetivos y al final de la actividad no les queda claro lo que se pretendía.

En el siguiente ejemplo, se pone de manifiesto lo dicho anteriormente.

Ejemplo: Determinación de la temperatura de ebullición de un tequila comercial

Nota: este experimento requiere de un laboratorio escolar para llevarse a cabo.

Esta actividad puede ser utilizada para alcanzar los siguientes objetivos:

- Medir adecuadamente la temperatura de ebullición de un líquido (desarrollo de habilidades procedimentales)
- Comprender que para las sustancias puras, esta temperatura es una constante.(desarrollo de habilidades conceptuales)
- Desarrollar actitudes de orden y precisión en el laboratorio. (habilidades actitudinales)
- Diseñar un experimento (habilidades procedimentales y conceptuales)
- Resolver un problema, y para ello se puede plantear las siguientes interrogantes: ¿La muestra de tequila es pura?, La muestra que le entregó el profesor ¿contiene metanol?, ¿es pura o es una mezcla?

El docente que utilice una actividad como esta, tendrá que reflexionar sobre ¿qué quiere que el estudiante aprenda? y elegir entre uno o dos de los objetivos de acuerdo a su programa académico, para asegurarse que los estudiantes perciban claramente los aprendizajes esperados.

Para lograr algunos de estos objetivos, se requiere de un alto nivel de indagación y esto favorece que los estudiantes; desarrollen habilidades, aprendan técnicas elementales y se familiaricen con el manejo de instrumentos y aparatos.

Algunos investigadores educativos mencionan que las clases desconectadas del análisis de situaciones cotidianas o alejadas de la práctica profesional, crean en el alumno una brecha o discontinuidad en los conocimientos que no puede superar sin ayuda (Pain, A., 1992). Al respecto Prieto Castillo (1995), afirma que “El estudiante universitario aprende

mejor cuando se parte de su vida y de su experiencia, cuando son movilizados sus conocimientos y sus maneras de percibir y de enfrentar situaciones”.

Dentro de este contexto es que se encuentran pensadas y diseñadas las estrategias didácticas experimentales que a continuación se presentan.

EJEMPLOS aterrizados en mi actividad docente

III.4.2.

Versión adaptada de (Henserson L., Mirafzal G., 1999).

Nota: este experimento requiere de un laboratorio escolar para llevarse a cabo, se utilizan pequeñas cantidades de reactivos (utilizando técnicas de microescala) y materiales de fácil manipulación.

En esta actividad, se presenta un conjunto de experimentos, cortos y sencillos, que permiten relacionar contenidos de química con la vida cotidiana.

- Estados de la materia
- Mezclas y disoluciones
- Métodos de separación
- Determinación de densidades

Objetivos

- Hacer consciente al estudiante de que la Química está presente en nuestro entorno.
- Diseñar estrategias de resolución para cada uno de los problemas o acertijos planteados.

Problema a resolver:

Mercedes estaba limpiando la cocina cuando se encontró con varios problemas interesantes:

Acertijo 1.

Debajo del fregadero, donde guarda los artículos de limpieza, la botella con producto para limpiar vidrios estaba junto al líquido que usa para asear los baños, cuya tapa no estaba bien cerrada.

Observó que la parte exterior de los recipientes vecinos estaba cubierta parcialmente con un polvo blanco. Al no saber los riesgos que implicaría tocar los frascos, se puso unos guantes y tiró los frascos a la basura

Acertijo 2.

Al limpiar la despensa encontró una cajita, sin etiqueta, que contenía un polvo blanco, cristalino, inodoro. Ella recordó que el polvo podía ser azúcar o almidón, pero al no estar segura, también tiró la cajita a la basura.

Acertijo 3

En un rincón de la despensa vio arrumbada la blusa con la mancha de tinta del plumón que había colocado en el bolsillo de la misma. La lavó y se encontró, al verificar si la mancha había desaparecido, que ¡ahora en vez de ser negra, era de varios colores!

Acertijo 4.

Cansada de tantas peripecias, Mercedes decidió darse un descanso y beber un refresco. Generalmente ella consume bebidas dietéticas, pero esta vez ¡no era su día!, sólo encontró uno del tipo clásico en la despensa.

Reflexiones iniciales:

Al reflexionar sobre las actividades realizadas durante esa mañana, recordó los limpiadores que tenía debajo del fregadero.

- *¿De dónde habría surgido ese polvo blanco que cubría parte de los frascos?*

Al pensar en el polvo blanco recordó la cajita sin etiqueta. Su imaginación empezó a volar y se preguntó:

- *¿Qué tal si en vez de azúcar o almidón el contenido hubiera sido una sustancia tóxica?*

¡Cómo disfrutaría si pudiera conocer el contenido de esa cajita!

Entender por qué la blusa tenía las manchas de diferentes colores después de lavarla, saber cuánta azúcar contiene un refresco clásico a diferencia del dietético.

- *¿Sería este azúcar el causante de que su mente divagara?*

Finalmente, decidió reanudar su trabajo y ser más cuidadosa al guardar las cosas.

- *¿Podrías ayudar a Mercedes a resolver sus dudas y satisfacer su curiosidad?*

Estrategia de resolución

Se sugieren preguntas y actividades que permitan a los alumnos plantear hipótesis de trabajo, identificar variables y diseñar las actividades experimentales.

Guía de discusión

Acertijo 1.

- Tienes la respuesta para Mercedes?
- ¿Qué sustancia podría ser el polvo blanco que se forma?
- ¿Qué reactivo se difunde más rápidamente?
- ¿Es mejor tirar los frascos?
- ¿Qué productos de limpieza contienen amoníaco y cuáles ácido clorhídrico?

Acertijo 2.

- ¿Existen diferencias entre las dos sustancias? ¿Cuáles son?
- A través de estas pruebas ¿podría Mercedes identificar el contenido de la cajita?
- Te sería muy útil realizar la “prueba de yodo” usada para identificar el almidón.

Acertijo 3.

- ¿Cómo se llama la técnica que acabas de realizar y que ocasionó que la mancha de la blusa cambiara a multicolor?
- ¿Qué usos tiene este proceso?

Acertijo 4.

- ¿Encontraste diferencia en las densidades de los dos refrescos?
- ¿Cuál presentación tiene mayor densidad?
- ¿Coinciden los valores de las densidades con tus observaciones cuantitativas?
- ¿Cuál es el nombre de la fórmula del gas que se desprende?
- ¿Afecta el volumen de la muestra el valor de la densidad?

Referencia bibliográfica:

Henserson L., Mirafzal G., (1999). A first-Class. Meeting Exercise for General Chemistry: Introduction to chemistry through an experimental Tour, *J Chemical Education*. Vol 76, No 9,

Comentarios finales

La metodología del acertijo promueve *motivar e interesar a los estudiantes* para que encuentren una *relación entre su vida diaria y el estudio de la química*, desmitificándola como una ciencia puramente abstracta y difícil de comprender, que contiene una gran cantidad de material irrelevante sin relación y que tienen que memorizar, en lugar de entender. Permite además, presentarles a los estudiantes, una forma diferente de trabajar en el laboratorio,

Las actividades experimentales dejan de ser “*una receta de cocina*”⁹; para convertirse en actividades integradoras donde desarrollen habilidades procedimentales, conceptuales y actitudinales y se propicia el trabajo cooperativo en la resolución de un problema común.

⁹ Receta de cocina: se dice cuando solamente se siguen indicaciones al pie de la letra.

III.4.3 Propuesta para realizar trabajos prácticos por indagación

La indagación¹⁰ en el aula puede tomar muchas formas. La forma de la indagación depende en buena parte de los objetivos educativos que se quieran alcanzar con los estudiantes.

El siguiente ejemplo explora las dimensiones de la enseñanza y el aprendizaje de la Ciencia como indagación que cubre un rango amplio de edades y temas científicos. La intención es mejorar la calidad del aprendizaje estudiantil permitiéndoles adquirir las destrezas de la indagación, desarrollar conocimiento de ideas científicas y entender el trabajo que llevan a cabo los científicos. (Hofstein, A., 1982)

¿Qué es la indagación?

- Es una actividad multifacética que involucra hacer observaciones, examinar libros y otras fuentes de información para ver lo que ya se conoce, planear investigaciones¹¹, revisar lo que se conoce a la luz de la evidencia experimental, usar herramientas para recolectar, analizar e interpretar datos, proponer respuestas, explicaciones y predicciones y comunicar los resultados.
- La indagación requiere la identificación de los supuestos, el uso de pensamiento lógico y crítico y la consideración de explicaciones alternativas.

Considero pertinente, hablar sobre los "niveles de indagación", puesto que una de mis sugerencias va en el sentido, de que para que las actividades experimentales resulten provechosas y se favorezca un aprendizaje significativo, es necesario elevar el nivel de indagación cuando estas sean diseñadas.

¹⁰ La indagación se refiere a las actividades que llevan a cabo los estudiantes para desarrollar conocimiento y comprensión sobre las ideas científicas, y además, para entender la forma en que los científicos estudian el mundo natural. El énfasis de la indagación, exige pensar sobre lo que sabemos y sobre lo que queremos saber.

¹¹ Proceso sistemático y organizado orientado a la obtención de nuevos conocimientos.

De hecho, algunos investigadores educativos hacen referencia a ello, como lo mencionan en la siguiente reflexión.

“La inclusión de los trabajos prácticos en la Enseñanza de las Ciencias resulta ser efectivo. La eficacia aumenta si las prácticas tradicionales se reorientan hacia la búsqueda de soluciones a pequeñas investigaciones con alto nivel de indagación”. Señalan (Izquierdo, M., Sanmartí, N., 1999)

III.4.3.1 Caracterización de las actividades de laboratorio

Las actividades experimentales, se pueden clasificar bajo varias perspectivas, una de ellas es la clasificación que hace Herron, M. D., (1971), en donde propone 4 niveles de indagación¹², como se puede observar en el siguiente cuadro:

Nivel	Problema	Desarrollo	Respuesta
0	Definido	Definido	Definida
1	Definido	Definido	Abierta
2	Definido	Abierto	Abierta
3	Abierto	Abierto	Abierta

Reflexionando sobre la información anterior, se aprecia, que las prácticas presentadas bajo el nivel “0”, en donde todo se le “da” al estudiante y él solamente debe seguir las instrucciones y obtener los resultados indicados en el texto, NO tienen ningún interés, puesto que, al no haber ninguna pregunta a resolver, los estudiantes se limitan a manipular los materiales, sin realizar ninguna actividad intelectual.

En el nivel 1, se “da” el problema y el método, el estudiante sólo tiene que encontrar la respuesta. Desde luego que este tipo de prácticas no son las más adecuadas, pero al haber una pregunta a resolver, los estudiantes tendrán que realizar algún tipo de actividad intelectual y poner en marcha algunas competencias para

¹² Determinados a partir de las tareas que los estudiantes deben realizar.

En el nivel 2, se “da” la pregunta y el estudiante debe proponer un método y encontrar la respuesta. Las prácticas elaboradas bajo estos criterios, además de permitir un cambio en el guión de trabajo a realizar, conlleva a un cambio en los objetivos didácticos. Las actividades experimentales diseñadas bajo este nivel de indagación son muy recomendables ya que implican el desarrollo de habilidades del pensamiento en los estudiantes.

En el nivel 3, se le indica un fenómeno y tiene que formular una pregunta adecuada y encontrar un método y una respuesta a la pregunta. Este tipo de actividades son excelentes para que los estudiantes desarrollen diversas capacidades, su aplicación, requiere de mayor tiempo, pero es deseable que se realicen al menos una o dos en el ciclo escolar, dependiendo del programa de la asignatura. Las actividades denominadas “investigaciones” están en este nivel de indagación.

III.4.4 Ejemplo de una actividad por indagación del nivel 2

Hofstein, A., (2004).

Fase 1. Pre-indagatoria

Se le dan al estudiante las siguientes indicaciones:

- a) Describe con detalle el equipo que está frente a ti*.
- b) El profesor añade una tableta efervescente en cada matraz y registra el tiempo que tarda en disolverse** la pastilla.
- c) El estudiante, observa con detenimiento el contenido de cada matraz y registra todas tus observaciones.

NOTAS

*En esta primera fase, lo que el alumno tiene frente a él, son dos matraces conteniendo la misma cantidad de agua, pero la temperatura es diferente, en un matraz el agua está a temperatura ambiente (23-25°C), y el otro a mayor temperatura (40°C).

** Proceso en el cuál una muestra sólida se dispersa de manera uniforme en otra, en este caso la tableta efervescente se disuelve en el agua.

Fase 2. Indagación

El estudiante, con base en lo observado, se formula una o más preguntas sobre lo que quisiera saber. El profesor le da las siguientes indicaciones:

- a) **Hipótesis.** Formúlate preguntas relevantes. Escoge una de éstas para hacer tu investigación. Formula una hipótesis congruente con tu pregunta.
- b) **Planeación.** Planea un experimento para investigar tu pregunta. Presenta para ello, un plan de acción consultando con tu profesor el material y equipo disponible. Efectúa tu experimento y anota tus observaciones. Discute con tu grupo si se acepta o se rechaza tu hipótesis.

El estudiante debe cuestionarse y formular hipótesis, también planear un experimento, analizarlo y presentarlo ante sus compañeros.

Cuestionario guía para la fase 2

- ¿Qué preguntas puedes hacerte después de observar el experimento?
- Elige una de esas preguntas para realizar una investigación.
- ¿Por qué elegiste esa pregunta?
- Escribe una hipótesis congruente con tu pregunta.
- Sugiere un experimento con el que puedas verificar si tu hipótesis es correcta.
- Justifica cada etapa del experimento.

Conclusión

Esta estrategia permite a los estudiantes realizar observaciones de un fenómeno concreto, preguntarse qué sabe sobre ello y qué le interesaría saber, y de ahí plantear una pregunta que sea el inicio de una investigación. Coadyuvando de esta manera al logro de aprendizajes significativos.

Referencia bibliográfica

Avi Hofstein (2004). El laboratorio en la educación de la química: Treinta años de experiencia con desarrollos, implementación e investigación. *Chemistry Education Research and Practice*, vol 5, No 3. 247-264

III.4.5 Propuesta, diseño de estrategias didácticas experimentales

Quiero cerrar este capítulo con algunos ejemplos de las estrategias didácticas experimentales pensadas, diseñadas y fundamentadas sobre una base pedagógica (Villalobos, M., 2002), que conforman mi propuesta del informe de mi actividad profesional.

Estas estrategias conforman el libro: Hernández, M., G. *et al* (2010). *Sorprender no es suficiente: 30 experimentos de aula*. Facultad de Química, UNAM, México. (ver apéndice). Soy coautora de este libro, es uno de mis últimos logros, lo presento en este informe puesto que, lo considero como un producto de mi práctica profesional.

A lo largo de este capítulo se ha querido mostrar la gran importancia que representa el utilizar las actividades experimentales como estrategias de enseñanza, siendo estas una gran oportunidad para que el docente explote todo su potencial y las aproveche como generadoras de aprendizajes significativos.

En el diseño y elaboración de estas estrategias, subyace la fundamentación didáctica-pedagógica, adquirida a lo largo de la maestría en educación que cursé en la Universidad Panamericana, los demás aspectos involucrados en la realización de estas estrategias son producto de mi experiencia laboral.

CONSIDERACIONES FINALES

- Ante la problemática detectada sobre la enseñanza experimental en los primeros semestres, que presentan algunas instituciones educativas públicas y particulares de nivel superior en el área de las ciencias químicas, en este informe de actividad profesional se ha buscado sustentar la necesidad de indagar acerca de alternativas de trabajo experimental que favorezcan el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes.
- En lo que se refiere al al número de alumnos que ingresan cada año a la Facultad de Química (1400), hay que indicar que sobrepasan los espacios disponibles para la enseñanza experimental, una propuesta ante esta problemática es la de utilizar en el salón de clases, los “experimentos de aula”, no solamente para motivarlos, sino de una manera que permita explotar todo el potencial que éstos representan para propiciar el desarrollo de habilidades conceptuales, procedimentales y actitudinales en los estudiantes y de esta manera promover aprendizajes significativos en ellos.
- Cuando se reflexiona sobre todo lo que hay alrededor de los “trabajos experimentales”, es relevante que el docente tenga siempre presente los objetivos y enfoques de estas actividades, para poder utilizarlos adecuadamente como estrategia de aprendizaje.
- Una misma actividad experimental puede servir para conseguir objetivos muy diferentes, de acuerdo a la orientación que se les dé, de aquí la importancia de establecer claramente el objetivo que se pretende.
- En lo particular, considero que en una actividad de este tipo, es necesario que los objetivos se deben ir dosificando, de lo contrario se corre el riesgo de confundir al estudiante y no lograr los objetivos propuestos.

- Se fundamenta la necesidad de realizar el trabajo experimental de una manera reflexiva, de aquí se justifica el diseño de nuevas prácticas bajo un enfoque constructivista, con un sustento pedagógico en donde las estrategias se presentan como “secuencias didácticas”, en las cuales se promuevan niveles de indagación más profundos.
- Uno de los objetivos de las estrategias didácticas experimentales que aquí se presentan es servir de apoyo a los docentes del área química, para que las puedan utilizar como estrategias de enseñanza.
- ¿Por qué resultan importantes estas actividades?, pretendo que éstas sean el motor que “mueva a los estudiantes” *al reflexionar* sobre lo que se está haciendo y que le encuentren un significado que les permita entre otras cosas, explicar algunos fenómenos cotidianos, en donde la presencia y guía del profesor sea un factor importante.
- Partiendo de la pregunta inicial que sirvió de base para la elaboración del presente informe de mi práctica profesional; ¿Cuáles son las características didácticas para que el trabajo experimental en la enseñanza de la química a nivel licenciatura promueva aprendizajes significativos?, la respuesta a esta interrogante es elaborar y diseñar actividades experimentales con una base pedagógica, como una guía didáctica sustentada en los momentos (diagnóstico de necesidades, planeación, ejecución y evaluación), y en los elementos didácticos (educador-educando, contenidos académicos, objetivos, recursos, estrategias, lugar y tiempo).
- Finalmente es relevante mencionar que en la actualidad, la profesión de la docencia enfrenta nuevos retos y demandas, puesto que esta tarea no se debe restringir a una mera transmisión de la información, como se venía haciendo en épocas pasadas. Queda claro que para ser docente no es suficiente con ser experto en una disciplina.

- Dentro de este contexto, estoy convencida de la necesidad de que el profesor de enseñanza de las ciencias, permanezca en constante superación, conozca y utilice diversas estrategias didácticas experimentales en el laboratorio o en el aula escolar, cuyo sustento pedagógico con seguridad le permitirán promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes.
- La docencia es mi vida y estoy convencida que un profesor comprometido con su labor docente e interesado en el aprendizaje de sus estudiantes hará todo lo posible por ser cada día mejor.

FUENTES DE CONSULTA

1. **Izquierdo, M., Sanmarti, N. y Espinet, M., (1999).** “Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de Ciencias Experimentales”. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1)
2. **Ausubel, D.P., (1976).** *Psicología educativa*. México: Trillas
3. **Caamaño, A., (1992).** “Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación”. *Aula de innovación educativa*. 9, 61-68
4. **Calatayud, L., Gil, D y cols. (1978).** Trabajos prácticos concebidos como pequeñas investigaciones. *Actas del Simposio Didáctico de la Física y Química*, Madrid.
5. **Carrillo, M., et al, (2002).** *Microescala. Química General. Manual de Laboratorio*, 4ª. Prentice Hall, México.
6. **Claxton, G.,(1994).** *Educar mentes curiosas*. Madrid: Visor [11]
7. **Corominas, J., y Lozano, T., (1994),** “Trabajos Prácticos para la construcción de conceptos: Experiencias y experimentos ilustrativos”. *Alambique*, 1994, 2, 21-26
8. **Chamizo, J. A., (compilador) (2004).** *Antología de la enseñanza Experimental*. 1ª. Edición, Universidad Nacional Autónoma de México.
9. **Del Carmen, L.,(2004).** *Los trabajos prácticos*. Antología de la Enseñanza Experimental J.A. Chamizo (compilador), Facultad de Química, UNAM, pp 49-65.
10. **Díaz Barriga, F., (2006).** *Enseñanza Situada*, Mac-Graw-Hill, México
11. **Díaz-Barriga, A, Frida., Hernández, R, Gerardo., (2005).** *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una concepción constructivista*. 2ª. edición, McGraw Hill.
12. **García Madruga, J. A.(1990).** “Aprendizaje por descubrimiento frente a aprendizaje por recepción: La teoría del aprendizaje verbal significativo”. En C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (eds.). *Desarrollo psicológico y educación II*. Madrid: Alianza
13. **Good, T., (2003).** *Looking in classrooms*, 9ª. Ed., Logman, Nueva York, 2003
14. **Harlem, W. (1989).** *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: MEC/Morata. [1]
15. **Henserson L., Mirafzal G., A.,(1999).** First-Class.Meeting Exercise for General Chemistry: Introduction to chemistry trough an experimental Tour, *J Chemical Ed.* Vol 76, No 9

16. **Hernández, M.G. et al. (2010).** “*Sorprender no es suficiente: 30 experimentos de aula*”, Facultad de Química. UNAM, (México, D.F)
17. **Hernández, P. y García, L, A.(1991).** *Psicología y enseñanza del estudio*. Madrid: Pirámide
18. **Herron, M. D., (1971).** The nature of scientific inquiry. *School Review*, 79 pp. 141-212
19. **Hodson, D., (1998).** “Experiments in science and science teaching”. *Educational Philosophy and Theory*, 20, pp 53-56
20. **Hodson, D.,(1994).** “Hacia un enfoque más crítico en el trabajo de laboratorio”. *Enseñanza de las ciencias* 12(3), 299-313
21. **Hofstein, A, y Lunetta, V. N.,(1982).** “The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research”. *Review of Educational Research*, 52, pp.201-217
22. **Hofstein, A., (2004).** “El laboratorio en la educación de la química: Treinta años de experiencia con desarrollos, implementación e investigación”. *Chemistry Education Research and Practice*, vol 5, No 3. pp 247-264.
23. **Kagan, D., (1992).** “Implications of research on teachers beliefs”, *Educational Psychologist*, 27, 65-90, 1992
24. **Lazarín, F. (1996).** “Educación para las ciudades. Las políticas educativas 1940-1982”. *Revista mexicana de Investigación educativa*. Vol.1, No. 1 p. 166-180
25. **Mayer, R. E., (1984).** “Aids to text comprehension”. *Educational Psychologist*, 19(1), 30-42
26. **Millar, R., y Driver, R., (1987).** Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
27. **Pain, A.,(1992).** *Educación informal. El potencial educativo de las situaciones cotidianas*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.
28. **Pozo, J.I., (1989).** *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata
29. **Pozo, J.I., y Gómez Crespo, M.A., (1997b).** “¿Qué es lo que hace difícil la comprensión de la ciencia?. Algunas explicaciones y propuestas para la enseñanza”: En: L. del Carmen (ed). *Cuadernos de formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza*. Horsori: Barcelona.

30. **Prieto Castillo, D.,(1995).** *La Pedagogía universitaria*. Módulo IV Especialización en docencia universitaria. EDIUNC, Mendoza. Argentina.
31. **Reid, D.J.,Hodson, G. (1993).** *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea, [11]
32. **Salas, H.,(1983).** Conceptos o procesos. *Enseñanza de las ciencias*, 1,2, p. 109
33. **SEP, (1970).** “Informe de labores comprendidas del 1º de septiembre de 1969 al 31 de agosto de 1970”, en *El maestro*. México: SEP, No. 24, p. 11, 2ª. quincena de agosto.
34. **Shuell, T., (1988).** The role of the students in learning from instruction”. *Contemporary Educational Psychology*, 13, 276-295
35. **Shuell, T., (1996).** “Teaching and learning in a classroom context”, en D.Berliner y R. Calfee (eds.), *Handbook of educational psychology*, pp. 726-764, Macmillan, Nueva York.
36. **Tamir, P. y García, M.P., (1992).** “Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in Catalonia (Spain)”. *Int. J. Sci. Educ.*, 14, 381-392
37. **UNAM (2007a).** “Historia de la Facultad de Química” **en** *Acerca de la Facultad*. México: UNAM-FQ. Disponible en:
http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=2&id_article=849&color=08346F&rub2=163 (consultado el 24 de agosto del 2011).
38. **UNAM (2007b).** “La Facultad de Química hoy” **en** *Acerca de la Facultad*. México: UNAM-FQ. Disponible en:
http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=2&id_article=875&color=08346F&rub2=369 (consultado el 24 de agosto del 2011)
39. **UNAM (2007c).** “Plan de desarrollo 2011-2015” **en** *Acerca de la Facultad*. México: UNAM-FQ. Disponible en:
http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=2&id_article=1111&color=08346F&rub2=509 (consultado el 24 de agosto del 2011)
40. **UNAM (2007d).** “Química. Perfil de egreso” **en** *La Facultad de Química Hoy* . México. UNAM-FQ. . Disponible en:
http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=62&id_article=739&color=227AB9&rub2=338 (consultado el 3 de octubre del 2011)

41. **UNAM (2007e)**. “Química. Perfil de ingreso” **en** *La Facultad de Química Hoy* . México. UNAM-FQ. . Disponible en:

http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=62&id_article=738&color=227AB9&rub2=337 (consultado el 3 de octubre del 2011)

42. **Villalobos, Marveya (2002)**. *Didáctica integrativa y el proceso de aprendizaje*. México, D. F., Trillas, pp. 147-20

APÉNDICE

Se presenta el material elaborado por la autora como producto de su actividad profesional. Las estrategias que se ponen como ejemplo, forman parte del libro: Hernández, M., G. *et al* (2010). *Sorprender no es suficiente: 30 experimentos de aula*. Facultad de Química, UNAM, México.

Estrategias didácticas para la enseñanza experimental de la química en el nivel de educación superior:

Experimentos de aula

- ¿Elemento, compuesto o mezcla?
- Reacciones de bolsillo
- Transformaciones maravillosas
- Juntos son.....¡peligrosos!

Objetivo:

Explicar las diferencias básicas entre elemento, compuesto y mezcla mediante una analogía.

Temas que apoya:

Clasificación de la materia; diferencias a nivel atómico entre elemento, compuesto y mezcla; manejo de modelos explicativos.

Tiempo de preparación:

20 min.

Realización del experimento:

20 min.

Se requiere

- 6 bolsas de plástico con cierre hermético
- Etiquetas grandes
- Plumón
- Clips de diferentes tamaños y colores

¿Qué hacer?

Previo a la demostración, numerar las bolsas y colocar en cada una los clips, según se indica en la siguiente tabla:

Bolsa n°	Contenido
1	Varias parejas de un clip pequeño unido a uno grande.
2	Varios clips del mismo tamaño y color (sin unir).
3	Poner varios clips de diferentes tamaños o colores (sin unir).
4	Unir tres clips de diferente tamaño o color y poner varios de esos conjuntos idénticos en esta bolsa.
5	Unir dos clips del mismo tamaño y color y colocar varios de esos pares en esta bolsa.
6	Poner varios clips grandes (sin unir) y varias parejas (iguales) de 2 clips diferentes unidos.

Comentar a los alumnos que en cada bolsa se ha representado con clips a los átomos que conforman las diferentes muestras.

Pasarles las bolsas numeradas y pedirles que observen atentamente su contenido para que respondan en sus cuadernos a lo siguiente:

- ¿En esta bolsa se representan átomos o moléculas?
- ¿Todos los “átomos” en esta bolsa son idénticos?
- ¿Todas las “moléculas” en esta bolsa son iguales?
- ¿En esta bolsa se representa a un elemento, a un compuesto o a una mezcla?

¿Qué preguntar?

¿Cuál es la diferencia básica (a nivel atómico) entre un elemento y un compuesto?

¿Y entre un compuesto y una mezcla?

¿Cómo se representaría con clips una muestra de aire que respiramos?

¿Cómo se representaría con clips una muestra de azufre (S₈)?

¿Y una muestra de agua?



Objetivo:

Explicar las diferencias básicas entre elemento, compuesto y mezcla mediante una analogía.

¿Elemento, compuesto o mezcla?

Acerca de los reactivos

En esta demostración se utilizan solamente clips y bolsas de plástico, no es necesario preparar reactivos.

Explicación del experimento:

En esta actividad se representa con clips a distintos materiales que son *elementos*, *compuestos* o *mezclas* de ellos, con la intención de que el alumno comprenda que lo que los distingue a nivel atómico es si están formados por átomos iguales o por átomos diferentes y además si se trata de átomos enlazados o no.

Las distintas agrupaciones de clips nos sirven como un modelo que nos ayuda a analizar la composición de las muestras, como si tuviéramos una lente muy potente que nos permitiera “ver” a las partículas que las forman.

Los ejemplos propuestos son sólo algunos de las muchas posibilidades que pueden abordarse:

Bolsa n°	Contenido	Corresponde a
1	Varias parejas de un clip pequeño unido a uno grande.	Compuesto binario
2	Varios clips del mismo tamaño y color (sin unir).	Elemento monoatómico
3	Poner varios clips de diferentes tamaños o colores (sin unir).	Mezcla de elementos
4	Unir tres clips de diferente tamaño o color y poner varios de esos conjuntos idénticos en esta bolsa.	Compuesto ternario
5	Unir dos clips del mismo tamaño y color y colocar varios de esos pares en esta bolsa.	Elemento diatómico
6	Poner varios clips grandes (sin unir) y varias parejas (iguales) de dos clips diferentes unidos.	Mezcla de un elemento y un compuesto

Cada clip representa a un átomo y la unión física entre ellos está representando que hay enlace químico entre esas partículas ficticias. Los diferentes colores y tamaños de los clips significan que se trata de átomos diferentes, así como las distintas agrupaciones indican diferentes moléculas.

Cuando el alumno observe detenidamente cada representación completará la siguiente *guía de observación*:

Bolsa n°	¿Se representan átomos o moléculas?	¿Todos los "átomos" son idénticos?	¿Todas las "moléculas" son iguales?	¿Se representa a un elemento, a un compuesto o a una mezcla?
1				
2				
3				
4				
5				
6				

De esta manera se favorece la reflexión en torno a lo que realmente hace la diferencia en cada tipo de material que se está representando en las bolsas. Por ejemplo, al analizar el contenido de la bolsa 1, se tiene que en ella se representan moléculas formadas por dos "átomos" diferentes y que como todas esas "moléculas" son iguales, se trata de la representación de un compuesto.

Es conveniente aclarar a los alumnos que cuando en química hablamos de sustancias, nos estamos refiriendo a elementos y compuestos únicamente. De hecho, en algunos libros recientes, a los elementos se les llama también sustancias simples y a los compuestos, sustancias compuestas. Por esta razón no es correcto decir que una mezcla es una sustancia.

A continuación se explica lo que se está representando en cada bolsa:

En la bolsa 1 se representa a un compuesto binario porque se tienen dos clips diferentes y unidos. Este podría ser por ejemplo, una muestra de monóxido de carbono, que es una sustancia cuyas partículas son moléculas formadas por átomos de dos elementos diferentes: carbono y oxígeno (C-O).

En la bolsa 2 tenemos una representación de un elemento ya que se tienen clips idénticos. Como no están unidos, se trata de una sustancia monoatómica, como por ejemplo alguno de los gases nobles (He, Ne, Ar).





Como ejemplo de una mezcla tenemos a los clips de la bolsa 3. En este caso, se trata de una mezcla de diferentes elementos monoatómicos ya que son clips distintos y no están unidos.

La bolsa 4 contiene clips que representan a otro compuesto, en este caso ternario ya que está formado por tres “átomos” diferentes (clips de diferente tamaño o color) que están unidos. El ácido hipocloroso (HClO) es un ejemplo de este tipo de compuesto.



En la bolsa 5 se representa a un elemento diatómico, como por ejemplo el N_2 o el O_2 , con parejas de clips idénticos y unidos.

Finalmente, en la bolsa 6 se tienen clips grandes (sin unir) y varias parejas de 2 clips diferentes (en color o en tamaño) unidos. Por lo tanto, en esta bolsa se representa una mezcla de un elemento y de un compuesto. La mezcla helio-monóxido de carbono (He-CO) es un ejemplo que se ajustaría a esta representación.



Al revisar con los alumnos la guía de observación propuesta, el profesor puede saber si ellos distinguen correctamente entre lo que es un átomo y lo que es una molécula (conjunto de átomos enlazados) y si comprenden que la diferencia entre un elemento y un compuesto es que el primero está formado por átomos iguales y el segundo por átomos diferentes. Puede ser conveniente mencionarles además que existen elementos atómicos (como los gases nobles) y elementos moleculares (como el oxígeno o el nitrógeno).

Respecto a establecer la diferencia entre compuesto y mezcla, en la literatura especializada se reporta que es una de las concepciones equivocadas que más frecuentemente se detecta en los alumnos que estudian química. La diferencia entre estas dos categorías está en la existencia o no de enlaces químicos; si las partículas diferentes están unidas, se trata de un compuesto, si no, se tiene una mezcla de sustancias.

Trabajando con esta analogía, los alumnos cuentan con modelos sencillos (clips) para construir definiciones prácticas para elemento, compuesto y mezcla que posteriormente pueden contrastar con las de los libros de texto.

Recomendaciones para el profesor

Es muy importante recordar a los alumnos que en esta actividad estamos utilizando un modelo (conjuntos de clips) que nos permite simplificar la estructura atómica de diversos materiales; que estamos jugando a que podemos “ver” a las partículas que los forman, que los átomos no tienen color, que el color de los clips es sólo un recurso para diferenciar a los “átomos” en las diferentes muestras y que un material está constituido por varios miles de millones de partículas y no por unas cuantas docenas.

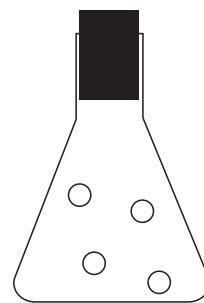
Como segunda etapa de esta actividad, pueden entregarse clips a los alumnos y pedir que construyan otras representaciones de elementos, compuestos y de las mezclas entre ellos.

Estos conjuntos de clips pueden quedar pegados en sus cuadernos con cinta adhesiva o también se les puede pedir que elaboren dibujos de los conjuntos de clips que formen.

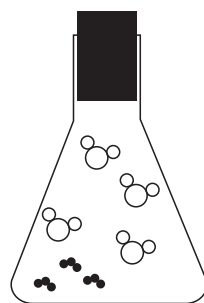
En lugar de las bolsas con clips, se pueden ocupar tarjetas o diapositivas (*PowerPoint*) en las que se ilustren los conjuntos de clips propuestos, se muestran a los alumnos y a continuación se analiza cada ejemplo con la guía de observación mostrada en páginas anteriores.

Otra manera de trabajar con esta analogía, es representando con círculos a los diferentes átomos que forman a los materiales. En este caso, se muestra a los alumnos una serie de esquemas como los siguientes:

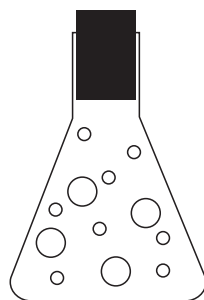
En el matraz A se representa a un elemento, en el matraz B a una mezcla de un elemento y un compuesto, en el matraz C a una mezcla de dos elementos y en el D a un compuesto binario. Con estas ilustraciones además se puede discutir respecto al estado de



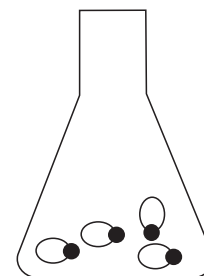
A



B



C



D

Ubicación del tema

Esta demostración puede realizarse como apertura del tema clasificación de la materia, para conocer lo que al respecto piensan los alumnos o para evaluar si se ha aprendido ese tema.

agregación de cada muestra; tomando como base lo que postula el modelo cinético molecular respecto a las diferencias entre un sólido, un líquido y un gas. Se tiene que los matraces A, B y C contienen al menos una sustancia gaseosa ya que se nota que las partículas están dispersas y ocupan prácticamente todo el volumen del recipiente que las contiene (el que esos matraces tengan tapón también respalda esta afirmación). En el matraz D se tiene la representación de un líquido, si se considera que las partículas están más juntas que en los dibujos anteriores y que no presentan un acomodo ordenado (como pasaría en un sólido). En cualquiera de las variantes anteriores, no es relevante dar ejemplos de sustancias químicas que se ajusten a cada representación, por lo menos no hasta que se hayan acordado grupalmente las definiciones para elemento, compuesto y mezcla.

Tampoco es conveniente subclasificar a las “mezclas” en homogéneas y heterogéneas ya que para ello deben acordarse parámetros que no corresponden al mundo de lo nanoscópico, como por ejemplo, el número de fases que se distinguen en un material.

Esta actividad es una buena oportunidad para mencionar la importancia de trabajar con modelos en ciencias y para señalar sus alcances y limitaciones.

Toxicidad de las sustancias y disposición de los residuos

No se generan residuos en esta actividad, los materiales empleados se pueden reutilizar.

Bibliografía

Talesnick, I., (1991), *Idea Bank Collation*, vol. 1, Idea núm. 537, Canada.

Objetivos:

Motivar y propiciar el desarrollo de las siguientes habilidades: observar, interpretar fenómenos, inferir, comunicar y trabajar en equipo, a través del análisis de un fenómeno químico.

Temas que apoya:

Desarrollo de las habilidades mencionadas en el objetivo y el tema reacción química.

Tiempo de preparación:

30 min.

Realización del experimento:

10 a 15 min.



Se requiere	¿Qué hacer?	¿Qué preguntar?
<p>Material que se requiere por equipo de cuatro alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 cucharada rasa de bicarbonato de sodio (NaHCO_3) • 2 cucharadas rasas de cloruro de calcio anhidro (CaCl_2) • 10 mL de rojo de feno • 1 bolsa de plástico con cierre hermético (tipo <i>Ziploc</i>), tamaño mediano • 12 bolsas de plástico pequeñas • 1 pipeta Beral (jumbo) • Material de limpieza • Cartulinas y plumones de varios colores • Cinta masking-tape 	<p>Llegar al salón con los reactivos por separado: los sólidos en bolsas de plástico y el indicador en las pipetas Beral.</p> <p>Formar equipos de trabajo de cuatro alumnos.</p> <p>Entregar a cada equipo las bolsas con los reactivos sólidos, pedirles que observen sus características y que registren sus observaciones.</p> <p>Pedir que mezclen ambas sustancias en la bolsa <i>Ziploc</i> y que anoten sus observaciones.</p> <p>Indicar que introduzcan la pipeta Beral que contiene el indicador.</p> <p>Pedirles que saquen todo el aire de la bolsa, que cierren herméticamente y enseguida que presionen la pipeta para que el líquido entre en contacto con la mezcla de sólidos. Que registren sus observaciones.</p> <p>Fomente el intercambio de opiniones sobre lo sucedido para que elaboren una explicación.</p> <p>Cada equipo presentará un cartel con la información obtenida.</p> <p>Realizar una puesta en común con toda la clase.</p>	<p>¿Qué se observa?</p> <p>¿Qué características físicas presentan las sustancias?</p> <p>¿Qué ocurre cuando se ponen en contacto las sustancias sólidas?</p> <p>¿Es una mezcla, de qué tipo?</p> <p>¿Qué sucede cuando se adiciona el líquido a las sustancias sólidas?</p> <p>¿Por qué se debe sacar el aire del interior de la bolsa antes de mezclar las tres sustancias?</p> <p>¿A qué se deben los cambios ocurridos en el interior de la bolsa?</p> <p>Elaborar un modelo microscópico de partículas que apoye las explicaciones.</p>

Objetivo:

Motivar y propiciar el desarrollo de las siguientes habilidades: observar, interpretar fenómenos, inferir, comunicar y trabajar en equipo, a través del análisis de un fenómeno químico.

Reacciones de bolsillo**Acerca de los reactivos**

En una bolsa pequeña de plástico se coloca una cucharada de NaHCO_3 , en la bolsa *Ziploc* se colocan dos cucharadas de CaCl_2 . La pipeta Beral se llena con aproximadamente 10 mL de rojo de fenol.

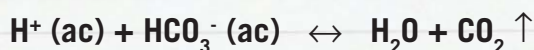
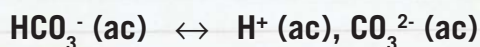
Explicación del experimento

Al mezclar las dos sustancias sólidas no se observa ningún cambio, pero al agregar el líquido de color rojo y entrar en contacto con los sólidos se observan los siguientes cambios: se inicia un burbujeo, la bolsa se empieza a inflar, hay cambio de coloración de rojo a amarillo y se percibe un aumento de temperatura.

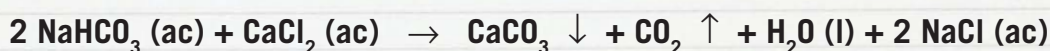
En este experimento ocurren una serie de procesos simultáneos:

- 1) La disolución de bicarbonato (que es endotérmica).
- 2) La disolución del cloruro de calcio (que es altamente exotérmica).
- 3) El aumento de temperatura que se percibe no se debe a la reacción entre el cloruro de calcio y el bicarbonato de sodio en disolución acuosa, ya que esta reacción es sólo ligeramente endotérmica. Dicho aumento se debe al exceso de cloruro de calcio que se añadió, ya que como se dijo antes, el proceso de disolución de esta sal es altamente exotérmico.
- 4) Se forma un precipitado blanco de carbonato de calcio.
- 5) Se genera CO_2 debido a una reacción ácido base por lo que el rojo de fenol vira a color amarillo. Este indicador es de color rojo en ambientes alcalinos ($\text{pH} = 8.4$) y de color amarillo en medios ácidos ($\text{pH} = 6.8$).

Algunos de los procesos descritos se pueden representar mediante las siguientes ecuaciones:



Ecuación global:



Recomendaciones para el profesor

Llegar al salón de clases con los materiales que se van a usar ya preparados, pues no es conveniente preparar el experimento delante de los alumnos.

La actividad consiste en poner en contacto bicarbonato de sodio y cloruro de calcio anhidro sólidos con una disolución acuosa del indicador rojo de fenol en el interior de una bolsa con cierre hermético.

Para la conducción del experimento le sugerimos realizar las siguientes actividades:

- Organizar al grupo en equipos.
- Propiciar la participación de todos los miembros del equipo.
- Anotar las ideas de los alumnos y los conceptos a los que hacen referencia.
- Evitar criticar las observaciones y respuestas dadas por los alumnos.
- Estimular el debate sobre posibles modos de mejorar o enriquecer el experimento.

Se recomienda no centrar la discusión en la explicación de las ecuaciones involucradas, ya que ese no es el objetivo de esta actividad.

Ubicación del tema

Al principio del curso para motivar al estudiante por lo vistoso del experimento o bien para indagar las ideas previas que tienen los alumnos respecto al tema reacción química.

Toxicidad de las sustancias y disposición de los residuos

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) puede provocar irritaciones leves por contacto con la piel, con los ojos e inhalación del polvo. La ingestión de grandes cantidades puede provocar náuseas y vómitos.

El cloruro de calcio anhidro (CaCl_2) se disuelve violentamente en el agua con liberación de gran cantidad de energía en forma de calor. La sustancia irrita la piel y el tracto respiratorio. El contacto prolongado o repetitivo puede producir dermatitis, la sustancia puede afectar la mucosa nasal, dando lugar a ulceraciones.

El carbonato de calcio (CaCO_3) puede ser irritante para los ojos, piel y sistema respiratorio superior. No hay efectos secundarios conocidos por la exposición a este reactivo.

Al finalizar la actividad experimental, recolectar las bolsas con los residuos. Estos no presentan ningún riesgo, lavar las bolsas y eliminar con abundante agua por la tarja.

Bibliografía

1. Brown, Theodore L. y cols., (2004), *Química. La ciencia central*, Pearson Educación, novena edición, México.
2. Chang, Raymond, (2003), *Química*, Mc Graw Hill Interamericana Editores, México.
3. Daub, G. W., Seese, W.S., Carrillo, M., González, R., Montagut, P., Nieto, E. y Sansón, C., (2005), *Química*, octava edición, Prentice Hall, México.

Objetivo:

Mostrar diferentes manifestaciones de los cambios químicos: cambio de color, desprendimiento de gases y formación de precipitados.

Temas que apoya:

Reacción química.

Tiempo de preparación:

30 min.

Realización del experimento:

10 a 15 min.

**Se requiere**

- 10 mL de disolución saturada de bicarbonato de sodio (NaHCO_3)
- 10 mL de disolución al 20% de carbonato de sodio (Na_2CO_3)
- Fenolftaleína
- 25 mL de disolución saturada de cloruro de bario (BaCl_2)
- 5 mL de ácido clorhídrico (HCl) concentrado
- Papel pH
- Azul de bromotimol
- 200 mL de agua destilada
- 2 vasos de vidrio
- 1 copa de vidrio
- 1 tarro para cerveza
- Jerga o trapo de limpieza
- Guantes de hule

¿Qué hacer?

Llevar al salón de clases una charola de plástico en la cual ya se lleve preparado lo siguiente:

Un vaso de vidrio que contiene: agua ($\frac{3}{4}$ partes de su volumen), la disolución de Na_2CO_3 y la disolución de NaHCO_3 .

Verificar que el pH de la mezcla sea 9, (decir a los alumnos que el vaso sólo contiene agua).

Una copa de vino con unas gotas de fenolftaleína (es importante que la copa parezca vacía).

Otro vaso de vidrio con la disolución de BaCl_2 .

Un tarro para cerveza con el HCl y 2 mL de azul de bromotimol.

Sugerencia de presentación:

Decir a los alumnos que se hará un brindis por algún festejo en particular.

Mostrarles el vaso que contiene “agua” y decirles: “¿cómo un brindis con agua?” Entonces se toma la copa, se vierte en ella el contenido del vaso y se observa que el líquido cambia a color rosado, como si se “transformara” en vino.

El maestro continuará diciendo: “pensándolo bien, qué les parece que mejor brindemos con...”, en ese momento, tomar el segundo vaso y verter en él el contenido de la copa. El líquido adquiere una apariencia lechosa.

Nuevamente se dirige a los alumnos: “pero como es un día caluroso, mejor brindemos con...”, al momento que vierte el contenido del vaso en el tarro. El líquido cambia a color amarillo y se produce efervescencia.

¿Qué preguntar?

¿Qué se observa?

¿Qué información se requiere para explicar los cambios observados?

¿Se puede regresar la “cerveza” a “leche”?

¿Cómo?

Transformaciones maravillosas

Acerca de los reactivos

Se recomienda que las disoluciones de NaHCO_3 , Na_2CO_3 y de BaCl_2 se preparen con anticipación, incluso se puede preparar un volumen mayor y conservarlas para demostraciones posteriores. A continuación se proporcionan los datos de solubilidad a diferentes temperaturas de las sustancias empleadas en este experimento. Estos datos le serán útiles para la preparación de las disoluciones.

Objetivo:

Mostrar diferentes manifestaciones de los cambios químicos: cambio de color, desprendimiento de gases y formación de precipitados.

Solubilidad de diferentes sales (g / 100 g H_2O)

Sustancia	Temperaturas (°C)								
	0	10	20	30	40	60	80	90	100
NaHCO_3	7	8.1	9.6	11.1	12.7	16	—	—	—
Na_2CO_3	7	12.5	21.5	39.7	49	46	43.9	43.9	—
BaCl_2	31.2	33.5	35.8	38.1	40.8	46.2	52.5	55.8	59.4

Tomado de: Lange, *Manual de Química*, Mc Graw-Hill, décimo tercera edición.

Explicación del experimento

En esta serie de reacciones el producto de la primera es uno de los reactivos de la siguiente y así sucesivamente, siendo muy vistosos los cambios observados.

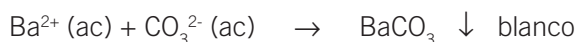
a. De “agua” a “vino”

El “agua” es una mezcla que contiene iones bicarbonato y carbonato, este líquido incoloro cambia a color rosa cuando lo vaciamos a la copa, porque la fenolftaleína que ésta contiene, vira a ese color en el intervalo de pH de 8.0 a 9.7. Este indicador no interfiere con las siguientes reacciones porque es incoloro en medio ácido

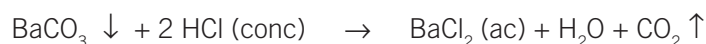
b. De “vino” a “leche”

Cuando el “vino” se vierte en el vaso que contiene la disolución de cloruro de bario, se forma un precipitado de color blanco que por un momento permanece suspendido en el medio acuoso dando la apariencia de un vaso con leche.

La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:

**c.** De “leche” a “cerveza”

Cuando la “leche” entra en contacto con el ácido clorhídrico y el azul de bromotimol presentes en el tarro, el carbonato de bario se disuelve desprendiendo CO_2 y se hace evidente el color amarillo del indicador en medio ácido. De tal manera que se forma un líquido amarillo espumoso similar a una cerveza (el indicador vira entre un pH de 6 y 7.6, de amarillo a azul). Este cambio se representa con la siguiente ecuación:



Recomendaciones para el profesor

Durante la presentación mantener los recipientes con las disoluciones dentro de la charola. Esto es con el fin de que los alumnos no detecten la presencia de algunas sustancias en ellos, lo cual puede distraer su atención del fenómeno principal.

Debido a que en la última etapa de la demostración se tiene una disolución ácida y efervescente, conviene tener a la mano un trapo sobre el cual poner el tarro por si hay derrames.

Es conveniente que después de la demostración el profesor indique a los alumnos las sustancias que intervienen en los cambios observados y que los guíe en la escritura de las ecuaciones químicas correspondientes, para que puedan contestar las preguntas formuladas en el apartado ¿qué preguntar?

Se puede propiciar una discusión sobre las diferentes manifestaciones que se observan cuando ocurren reacciones químicas.

Ubicación del tema

Al principio del curso: Para motivar al estudiante por lo vistoso del experimento.
Al inicio del tema reacción química para indagar las ideas que tienen los alumnos.
Como actividad de cierre para evaluar la comprensión del tema reacción química.

Toxicidad de las sustancias y disposición de los residuos

El bicarbonato y el carbonato de sodio pueden provocar irritaciones leves por contacto con la piel, los ojos y por inhalación. Si se ingieren en grandes cantidades, pueden provocar náuseas y vómito.

El cloruro de bario se puede absorber por inhalación y por ingestión. Es tóxico por ingestión. Irrita ojos, piel y tracto respiratorio; puede tener efectos sobre el sistema nervioso central y el sistema muscular, dando lugar a arritmia cardíaca. La exposición prolongada puede ser mortal.

El carbonato de bario es nocivo por ingestión. En polvo puede ocasionar irritaciones leves por contacto con ojos y piel, por inhalación irrita las mucosas, provoca tos y dificulta la respiración.

El ácido clorhídrico es corrosivo por inhalación; produce sensación de quemazón, tos, dificultad respiratoria, jadeo, y dolor de garganta. Es altamente corrosivo por contacto con la piel y ojos, produce quemaduras graves.

La disolución que queda como residuo (“cerveza”) tiene un carácter ácido, por lo cual se debe tener precaución al manejarla. Es necesario neutralizar el residuo con un poco de carbonato o bicarbonato de sodio antes de eliminarlo con abundante agua por la tarja.

Bibliografía

1. Brady, J., Humiston, G. E., (2000), *Química básica. Principios y estructura*, Limusa, México.
2. Brown, T. L., *et al.*, (2004), *Química. La ciencia central*, Pearson Educación, novena edición, México.
3. Chang, R., (2003), *Química*, Mc Graw Hill Interamericana, México.
4. Daub, G. W., *et al.*, (2005), *Química*, octava edición, Prentice Hall, México.
5. Liem, T. L., (1992), *Invitations to science inquiry*, segunda edición, Science Inquiry Enterprises, USA.

Objetivo:

Mostrar que combinar productos químicos del hogar puede resultar peligroso porque ocurren reacciones químicas.

Temas que apoya:

Reacción química (óxido-reducción) riesgos en el manejo de productos de limpieza, vinculación química-CTS.

Tiempo de preparación:

10 min.

Realización del experimento:

10 min.

**Se requiere**

- 10 mL de blanqueador para ropa (NaClO)
- 20 mL de refresco de cola
- 5 mL de disolución de yoduro de potasio (KI), 1 M
- Una botella de PET de 1 L
- Un trozo de papel absorbente (servilleta)
- Jerga o trapo

¿Qué hacer?

Comentar con los alumnos que en un noticiero local escuchó que una persona que iba manejando su automóvil tuvo un accidente al sufrir un desmayo. En el coche llevaba varios productos de limpieza y al parecer llevaba un refresco de cola abierto, al frenar bruscamente, el refresco se derramó en el piso, el frasco de cloro para la alberca se rompió y se mezcló con el refresco. El conductor comenzó a sentirse mareado.

Así lo relató una vez recuperado, pero, ¿qué pudo haber sucedido?, ¿por qué se desmayó?

Proceda entonces a recrear lo que sucedió:

En una botella de PET de 1.0 L se colocan 20 mL de refresco de cola y se añaden 10 mL de blanqueador para ropa, se tapa, se agita, y se deja reposar 5 minutos en un lugar ventilado. Después de este tiempo se toca la botella y se nota que ha aumentado la presión interna. Hacer un tapón con la servilleta de papel y humedecerlo con la disolución de KI.

Destapar la botella y colocar inmediatamente el tapón de papel.

Después de un minuto retirarlo y tapar nuevamente la botella.

Pedir a los alumnos que observen el papel después de haber estado en contacto con el gas capturado.

¿Qué preguntar?

¿Qué se observó?

¿Hay evidencias para afirmar que sucedió una reacción química?

¿Cuáles?

¿Por qué se infla la botella?

¿A que se debe el cambio de color en la servilleta?

¿De acuerdo con el experimento, qué pudo ser lo que ocasionó el desmayo del conductor?

¿Cuál es la moraleja de la historia?

Objetivo:

Mostrar que combinar productos químicos del hogar puede resultar peligroso porque ocurren reacciones químicas.

Juntos son... ¡peligrosos!**Acerca de los reactivos**

Para preparar la disolución de yoduro de potasio (KI), agregar 1 g de KI a 5 mL de agua a temperatura ambiente. Se obtendrá una disolución aproximadamente 1 M.

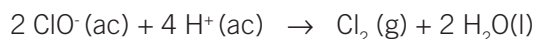
Explicación del experimento

Al mezclar el blanqueador comercial con el refresco de cola, en el interior de la botella se observa un ligero burbujeo, ésta se infla y se va decolorando el refresco de cola. Cuando se destapa la botella y se vuelve a tapar con el papel impregnado con disolución de yoduro de potasio, éste se pone de color azul.

Lo que sucede es que al mezclar estos productos, se desprende gas cloro (Cl_2) que resulta tóxico para los seres humanos, explicando de esta manera que el conductor del automóvil se desmayara.

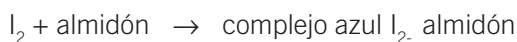
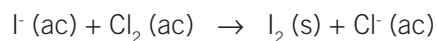
Los blanqueadores comerciales, son disoluciones acuosas de hipoclorito de sodio (NaClO) y los refrescos de cola contienen jarabes, cafeína, ácido fosfórico (si el profesor lo considera necesario, puede medir el pH del refresco de cola, que tiene un valor entre 2 a 3, para hacer evidente la acidez del refresco), esencias de naranja, limón y nuez, entre otras cosas.

La siguiente ecuación representa la reacción de formación de cloro gaseoso cuando se mezclan esos productos de uso común:



Los iones hipoclorito (ClO^-) provienen del blanqueador y los protones (H^+), del ácido fosfórico que contiene el refresco de cola.

El cloro formado aumenta la presión interna del sistema (botella de PET), se difunde en su interior y al entrar en contacto con el papel impregnado con la disolución de KI, el yoduro se oxida a yodo molecular que de inmediato forma un compuesto complejo de color azul con el almidón que tiene el papel. De esta manera se identifica al cloro en este experimento. Dicha reacción se representa por la siguiente ecuación:



Recomendaciones para el profesor

Para sensibilizar a los alumnos acerca de las precauciones que se deben tener en cuenta en el manejo de productos químicos caseros y para delimitar el problema en cuestión, se sugiere hacer preguntas como las siguientes a los estudiantes:

- ¿Qué sustancias contiene un blanqueador comercial?
- ¿Qué precauciones se deben tomar al utilizarlos? Al respecto, ¿menciona algo el fabricante?
- ¿Por qué es ácido un refresco de cola?
- ¿Qué riesgos implica el mal manejo de los productos de limpieza?
- ¿Cómo se deben de almacenar?

Con las respuestas a lo anterior, es importante que se reflexione sobre los riesgos que representa el mal manejo de estos productos en el hogar y por lo tanto sobre la necesidad de adquirir cierta cultura química al respecto. Una parte importante del trabajo desarrollado con este enfoque es informar a la comunidad (círculo familiar, amistades) sobre los riesgos potenciales al mezclar indiscriminadamente esos productos.

Otras preguntas que surgen después de realizada la actividad son las siguientes:

- ¿Cuáles son los efectos del cloro en el organismo? ¿Cuál es su toxicidad?
- ¿Cuál es la dosis mínima letal?

Para responder a lo anterior, puede utilizarse la información del apartado *Toxicidad de las sustancias y disposición de los residuos*.

Ubicación del tema

Se sugiere realizar esta demostración al inicio del tema reacción química, para motivar al estudiante por lo vistoso del experimento o al tratar temas con enfoque CTS.

Toxicidad de las sustancias y disposición de los residuos

Es muy difícil precisar el grado de toxicidad del cloro (Cl_2). Varios son los parámetros que intervienen en los efectos que puede provocar en las personas:

- a) La concentración en la atmósfera respirada.
- b) El tiempo de exposición.
- c) La reacción personal que varía con la edad, condiciones físicas y resistencia propia de cada persona.

En el siguiente cuadro se presentan los riesgos genéricos del cloro en función de la concentración y la duración de la exposición.

Concentración de cloro en el aire (ppm)	Tiempo de exposición	Riesgos
0.3 – 1	Detección olfativa	—
1	8 horas	Las personas predispuestas comienzan a sentirse incómodas.
4	> 1 hora	Las personas normales se sienten incómodas.
10	Corto, 1 hora	Irritación de los órganos respiratorios. Riesgo de bronquitis.
30	Corto, 10 min.	Tos irritante grave. Peligro de edema pulmonar.
50	Corto, 1 hora	Peligro de edema pulmonar. Desenlace fatal posible.
500	5 min.	Desenlace fatal.
1,000	Instantáneo	Desenlace fatal.
10,000	Instantáneo	Desenlace fatal sin edema pulmonar por cese de respiración (reflejo inhibitor).

d) El cloro gaseoso es tóxico por inhalación, irritante de ojos, piel y vías respiratorias, así como muy tóxico para los organismos acuáticos.

El hipoclorito de sodio (NaClO) es perjudicial si se ingiere o inhala. Causa irritación a los ojos y vías respiratorias.

Por contacto puede causar quemaduras en la piel dependiendo de la concentración de la disolución. En caso de salpicaduras, lavar con abundante agua la zona afectada.

Los residuos de este experimento se pueden eliminar directamente a la tarja con abundante agua.

El papel con el complejo de color azul se puede desechar a la basura inorgánica.

Bibliografía

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., Burdge J., (2004), *Química, la ciencia central*, novena edición, Editorial Pearson, México.