

21
24.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA



**EXÁMENES PROFESIONALES
DE QUÍMICA**

**HACIA LA BÚSCUDA DE ESTRATEGIAS DE
APRENDIZAJE EN LA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL
DE LA QUÍMICA EN EL BACHILLERATO**

TRABAJO ESCRITO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Q U Í M I C A

P R E S E N T A :

CATALINA IRMA HERNANDEZ CLEMENTE



MEXICO, D. F.

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

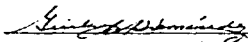
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

Jurado Asignado:

Presidente	Profa. Gisela Hernández Millán
Vocal	Profa. Pilar Montagut Bosque
Secretario	Profa. Myrna Carrillo Chávez
1er. Suplente	Profa. Elizabeth Nieto Calleja
2do. Suplente	Prof. Horacio Garcia Fernandez

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: HEMEROTECA FACULTAD
DE QUÍMICA (UNAM), COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL VALLEJO.**


M en C. GISELA HERNÁNDEZ MILLÁN
ASESOR DEL TEMA


CATALINA IRMA HERNÁNDEZ CLEMENTE
SUSTENTANTE

AGRADECIMIENTOS

A Ti "SEÑOR DIOS "

Antes que nada por haberme iluminado y darme la salud suficiente para lograr con éxito mi preparación

A mis Padres

Por darme la oportunidad de vivir, por todo el amor que me han dado y que me motivaron a la superación dando todo su esfuerzo y cariño. Son para mí ejemplo de amor, dedicación y fortaleza.

A mis Hijos

A mi fuente de inspiración, los más bellos tesoros que el Señor me regaló; "mis hijos": Adolfo, Dalia y Gabriel

"Fito"

Mi "mayor", un hermoso regalo del Señor, gracias por tu apoyo, ayuda en la realización de este trabajo, así como por las clases de computación que me diste, pero sobre todo por el amor que das a través de tus ojos vivarachos, llenos de ternura. Por brindarme tu más bella sonrisa en los momentos más duros de mi vida. Por tu constante superación, ejemplo a seguir, gracias.

Dalia

La " Dalita", mi hija, la niña que soñe antes de nacer, con una mirada dulce, tierna que inspira una paz inmensa, un bello tesoro. Quiero agradecerte lo cariñosa y comprensiva que has sido conmigo tu papa y tus hermanos. Por el gran amor y apoyo incondicional que me has brindado en los momentos más difíciles de mi vida. También quiero agradecerte las asesorías que me diste en el manejo de la computadora, sin ellas no hubiera podido concluir este trabajo. mil gracias

Gabriel "El Pele"

Mi "Pelecito", mi "gordo" hermoso, uno de los más bellos tesoros que el Señor me prestó durante 18 años, cuya sonrisa me cautivó, gracias hijito por todo el amor, ternura y ejemplo de bondad que nos brindaste. Tu lucha y amor por la vida me enseñaron lo valioso del esfuerzo por salir adelante en cualquier aspecto de la vida, a pesar de las dificultades que se presenten.

Gabriel "el mensajero de Dios", eras todo un amor y lo regalabas por doquier, Dios quiso tenerte cerquita de él, y una mañana de Primavera te llamó y tu corriste a su encuentro. Tu recuerdo de amor y bondad es la luz que orienta mi camino.

A mi amado esposo Adolfo

Gracias por tu amor y compañía, por compartir los momentos alegres y tristes. Gracias por haber querido ser el compañero de mi vida, el padre de mis hijos, gracias por quererlos tanto. Por la ayuda y apoyo para la culminación de este trabajo.

A mis queridos hermanos

Lupita, Javier, Marta y Fernando, gracias por los gratos momentos que hemos compartido. Gracias por su ayuda, apoyo, cariño en los momentos duros de mi vida.

Con cariño y estimación

A todos mis parientes

Con gratitud

A mis amigas y compañeras, que de alguna forma participaron en la realización de este trabajo, especialmente a mi gran amiga Rosa María Gio.

Un agradecimiento muy especial a la maestra Andrea Ramirez S. por compartir sus conocimientos y experiencias, dándome una orientación y asesoría en la realización de este trabajo. por regalarme mucho de tu tiempo, por la amistad y cariño que me ha brindado

A Barbara, gracias por la amistad y cariño que me has dado a lo largo de muchos años, por las ideas que me has compartido acerca de la enseñanza de la química, las cuales se ven reflejadas en este trabajo

A los maestros dispuestos a aprender de los alumnos

A los estudiantes que tanto tienen que enseñarnos acerca del pensamiento y el aprendizaje.

A ti alumno del CCH cautivado por los experimentos de química

A todos mis alumnos del CCH que a lo largo de 24 años, de alguna forma participaron en este proyecto

UN RECONOCIMIENTO ESPECIAL

A la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme formado cultural, profesional y socialmente.

A mi querida Facultad de Química, por haberme dado la oportunidad de estudiar en sus aulas y laboratorios

A mis maestros, por su invaluable labor. en especial a los profesores del Diplomado en Educación Química

Al honorable jurado

A la Profesora Gisela Hernandez Millán

A quien le estoy muy agradecida por su dirección, apoyo y orientación, pero sobre todo por la confianza y paciencia que me proporcionó en el desarrollo de este trabajo.

A la Profesora Pilar Montagut Bosque

Por su apoyo y orientación recibida durante el desarrollo de este trabajo Un sincero reconocimiento por el asesoramiento para la culminación de este trabajo

A la Profesora Myrna CarrilloChávez

Por la guía y orientación para la obtención de este logro Por sus acertadas opiniones en este trabajo, gracias.

INDICE

I. El Currículum del Bachillerato del C C H	
1.- Introducción	2
2 - Objetivo del Trabajo	4
3 - La enseñanza de la Química en el Bachillerato del C C H Su problemática	5
3.1.-¿Qué motiva a que los alumnos pierdan el interés por el estudio de la Química?	7
4 - Conceptos generales sobre el Nuevo Plan de Estudios	17
4.1 Los Cursos de Química en el Plan de Estudios 1996	20
 II.- Fundamentación teórica	
1 - El aprendizaje como construcción de conocimientos por el sujeto al interaccionar con la realidad	27
2 - Las ideas previas Su consideración para el aprendizaje y enseñanza de la Química.	33
3 - El Laboratorio, su importancia en la enseñanza de la Química	44
 III.- Propuesta Educativa para la Enseñanza del Concepto de Reacción química como la formación de sustancias nuevas "Un camino a las reacciones químicas"	
a) Módulo I Establecimiento del concepto de Sustancia Pura	61
b) Módulo II Establecimiento del concepto de Reacción Química como la formación de nuevas sustancias.....	82
 IV.-Conclusiones	119
 Bibliografía	121

1.- EL CURRÍCULUM DEL BACHILLERATO DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

1. Introducción

El 26 de enero de 1971 el Consejo Universitario aprobó la creación del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, cuyo plan de estudios se propuso como una alternativa al de la Escuela Nacional Preparatoria, contando con la cooperación de las Facultades de Ciencias, Química, Ciencias Políticas y Sociales, Filosofía y Letras, así como la Escuela Nacional Preparatoria misma.

El CCH surgió como un modelo educativo innovador para nivel medio superior, desde el punto de vista pedagógico y metodológico, debido a que reconsidera los postulados pedagógicos de la UNESCO, los cuales proponen que el estudiante "Aprenda a aprender", "Aprenda a hacer", "Aprenda a ser". Estas ideas quedaron plasmadas en los principios filosóficos, planes y programas de estudios del CCH

Este bachillerato en su plan de estudios presenta un modelo educativo que se ubica en la pedagogía de la Escuela nueva; que centra la atención en el estudiante, considerándolo capaz de participar activamente en su propio desarrollo. Bajo esta perspectiva la educación se contempló como el medio por el cual se puede incidir en el desarrollo intelectual y no solo como acumulación de conocimientos

De esta forma el Bachillerato del CCH se presenta como un currículo innovador flexible e interdisciplinario, dándole al estudiante la posibilidad de construir sus propios conocimientos, en tanto que el profesor viene siendo un orientador y coordinador del proceso enseñanza-aprendizaje. La propuesta educativa llama a eliminar el enciclopedismo, verbalismo y autoritarismo, característicos de la enseñanza tradicional.

"El plan de estudios es la síntesis de una vieja experiencia pedagógica tendiente a combatir el vicio del enciclopedismo y a proporcionar una preparación que hace énfasis en los conocimientos básicos" (Gaceta UNAM, 1971), " que sea para el alumno el punto de partida para su propio desarrollo personal en el que él, como sujeto de cultura, aprenda a dominarla, a trabajarla, a informarse, a revisar y a corregir sus adquisiciones, es decir, "aprenda a aprender", a informarse en los talleres de investigación documental, así como despertar el interés y gusto por la lectura " (Nuncio, A. 1970).

El ciclo del bachillerato no sólo constituye el requisito académico para el ingreso a la licenciatura, sino un periodo de aprendizaje en el que se combina el estudio en las aulas y en el laboratorio. También se plantea en esta etapa capacitar a los estudiantes para desempeñar trabajos en puestos de producción y de servicios, ya que este plan académico implica un trabajo continuo sobre la capacidad de decisión del estudiante y la formación de su personalidad (Gaceta UNAM 1971)

El plan de estudios del CCH constituyó en 1971 una innovación profunda en los estudios de nivel medio superior en México. Hoy, a 26 años de distancia, los enfoques fundamentales del plan de estudios siguen vigentes y han ejercido una influencia todavía no bien valorada en la educación en México.

Sin embargo, a 26 años de haber sido fundado el CCH y al intentar hacer un análisis objetivo de sus logros, se habrá de reconocer que en términos generales, la formación científica no se ha ajustado cabalmente a las expectativas planteadas originalmente.

Con la práctica y a través de los años, han ido surgiendo problemas y apareciendo limitaciones. De éstos, algunos se deben a insuficiencias que surgen desde el inicio del CCH y que han impedido cumplir plenamente con las metas del bachillerato; como por ejemplo en los cursos de Química I se carecía de programas adecuados, los profesores tenían como programas un listado de actividades de aprendizaje, en el que no se explicitaban los contenidos, además no tenían la formación pedagógica necesaria para llevar a cabo la metodología del CCH, otro problema fué el

número desproporcionado de alumnos por grupo para las actividades que se querían llevar a cabo con ellos, otros se refieren a la vida académica, como son el alto índice de reprobación, la reducida eficiencia terminal, (apenas el 28% de los alumnos de cada generación termina el bachillerato en tres años)

Aparte de esos problemas, los cambios en la cultura y la vida social, por ejemplo la presencia de las computadoras en las escuelas y en los negocios o de las comunicaciones, por ejemplo televisivas, en todo el mundo por medio de satélites fué necesario una revisión del plan de estudios y la elaboración de una propuesta curricular nueva que tomara en cuenta las modificaciones importantes en la cultura y de la vida social de nuestro país y del mundo actual.

Proyecto innovador en sus orígenes, el bachillerato requiere hoy de modificaciones, ajustes y, sobre todo, de una profundización y puesta en operación efectiva de sus principios y enfoques, que lo mantengan no sólo como una modalidad válida de bachillerato para los próximos años, sino que lo coloquen a la vanguardia. Pero, para eso, se requiere que todos sus egresados posean efectivamente la formación que propone el discurso institucional.

La sociedad actualmente requiere de personas que posean elementos culturales con los que puedan emitir juicios válidos y críticos respecto a la información a la que cotidianamente accede. Además exige un pensamiento flexible que lo lleve a participar en el avance social. Es por ello que es necesario que el bachillerato proporcione a sus egresados los conocimientos, estrategias y enfoques, que le permitan interactuar con el mundo que le rodea de manera responsable (Kelter, P. 1992)

2.- OBJETIVO

Este trabajo pretende elaborar una propuesta de actividades de aprendizaje que constituyan una introducción al concepto de Reacción Química, de tal forma que despierte el interés ante los fenómenos de la Química y genere una dinámica en donde

el aprendizaje implique comprensión, reflexión, cuestionamiento y, en general, una aventura intelectual para los estudiantes.

3.- LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL BACHILLERATO DEL CCH. SU PROBLEMÁTICA.

"El secreto de ser un latoso aburrido es decirlo todo"

Voltaire

La Química es una de las ciencias que se ha desarrollado con mayor rapidez. De hecho, todo lo que nos rodea tiene que ver con sus procesos. Sin esta disciplina resultaría imposible conocer la esencia de los procesos vitales. Año con año se sintetizan miles de materiales no presentes en la naturaleza y que tienen propiedades muy útiles e importantes para el humano.

La tecnología química ha satisfecho grandes necesidades de la población. Gracias a ella podemos disfrutar de materiales como: alimentos, vestido, medicamentos, combustibles, cosméticos, etc.

Dada la importancia de esta disciplina, tanto para nuestra vida como para el desarrollo del país, parecería imposible encontrar alumnos que no se sintieran motivados hacia esta rama de conocimiento. Sin embargo la realidad es otra. (Hernández, G. y Montagut, P. 1991).

Durante los años que he impartido la asignatura de química he notado que gran número de alumnos muestran un marcado rechazo hacia el estudio de esta ciencia, situación que se ve reflejada en la escasa cantidad de alumnos que seleccionan Química II y Química III como materias optativas, fig 1 (Ramírez, B., 1996).

El problema que representa el poco interés de los estudiantes hacia el estudio de la Química, me motivó a la búsqueda en la literatura, con el fin de establecer el por qué los estudiantes no la seleccionan como materia optativa.

**Porcentaje de Alumnos de la opción de Ciencia Experimentales
para 5° y 6° semestre
Concentrado de los 5 planteles
Años 1991 - 1995**

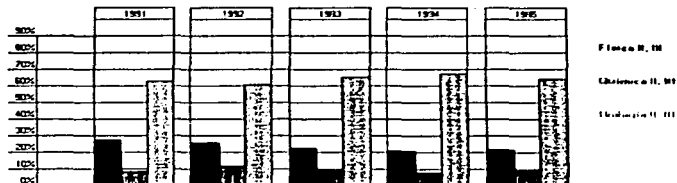


figura 1

3.1 ¿ QUÉ MOTIVA A QUE LOS ALUMNOS PIERDAN EL INTERÉS POR EL ESTUDIO DE LA QUÍMICA ?

"Aunque existe una necesidad perenne de enseñar a los jóvenes que posteriormente harán ciencia, éstos siempre serán una minoría. Es más importante enseñar la ciencia a quienes deberán reflexionar sobre ella, y ésto incluye a casi todos, especialmente a los poetas, pero también a los músicos, filósofos, historiadores y escritores. Por lo menos algunos de éstos podrían imaginar estratos de significado que se nos escapen al resto"

Tomas L. 1982

En los siguientes párrafos se presentan algunas consideraciones al respecto. En primer término se puede señalar la influencia que han tenido las decisiones tomadas en relación a los contenidos de los programas. El problema se ubica desde los primeros cursos que se impartieron en esta institución. Como es sabido, el bachillerato del CCH surgió en un momento de promoción de la propuesta educativa a nivel mundial generada por el "Primer Movimiento de Renovación de la Enseñanza de las Ciencias" el cual proponía que los estudiantes aprendieran ciencia, haciendo ciencia.

Ese movimiento proponía un estilo de enseñanza que suponía que el trabajo práctico realizado por los alumnos les conduciría a los fundamentos conceptuales, ocupando el profesor un papel de apoyo y guía para que los alumnos "descubriesen los conceptos".

Esta reforma educativa influyó notablemente en el plan de estudios (1971), según puede apreciarse en diferentes discursos, cuando se indicaba "...se persigue que los alumnos cobren conciencia del método con el que pretende lograr los conocimientos, (...) lo primordial es repetir y recuperar la experiencia de hacer ciencia" (Gaceta UNAM, 3a época, núm. extraordinario 1971). La implementación de este novedoso plan fue difícil, pues entre otras cosas, se carecía de programa y de recursos adecuados.

En los primeros años del CCH los cursos de química se abocaron a una serie de actividades de aprendizaje tomados del Proyecto Nuffield. Este, fue elaborado en Inglaterra, como producto del movimiento de renovación antes indicado. Fue planeado para que fuera estudiado por jóvenes ingleses cuyas edades fluctuaban entre los doce y quince años.

El proyecto Nuffield introducía una nueva forma de aprendizaje que pretendía acercar al estudiante a la naturaleza de los fenómenos, a través de experimentos previamente diseñados, y que despertaran su espíritu de investigación. Este planteamiento considera vital la oportunidad de observar y explorar como condiciones necesarias para desarrollar una forma de pensar imaginativa y disciplinada. Espera que en el curso el estudiante desarrolle habilidades para realizar experimentos, plantearse preguntas y encontrar respuestas.

En la conformación del primer Programa de Química I en el bachillerato de CCH, sólo se seleccionaron algunas de las actividades experimentales propias del Proyecto Nuffield, se pensaba que eran las adecuadas, debido a que permitían un acercamiento de los estudiantes a varios fenómenos químicos, y resultaban muy motivantes debido a que estaban relacionados con su vida diaria. Sin embargo, los contenidos implícitos en ellos se percibieron desarticulados y no se les pudo dar estructura.

Los docentes inexpertos en la filosofía del CCH y además fuertemente influenciados por la educación tradicional en que se formaron, consideraron que las actividades extraídas del Proyecto Nuffield no eran lo más adecuado para los cursos, causa por la cual se propuso un nuevo programa.

Fue a partir de 1974 que se contó con nuevos programas de Química I, Química II y Química III, elaborados por los profesores de la Institución. A lo largo de los años el programa fue sufriendo algunos cambios, aunque se puede decir que son cambios que atienden más la forma que el fondo. Sus contenidos fueron muy

semejantes a los de cualquier curso tradicional, aunque los objetivos que se marcaban tenían el sentido de los originales

En estos programas se hace énfasis en los aspectos teóricos que podrían considerarse fundamentos de la química, lo que dificulta la interacción teoría y práctica. Los estudiantes encuentran en estos programas un obstáculo que dificulta por un lado la adquisición de una cultura básica a través de la cual puedan entender el mundo que les rodea y por el otro el aprender ciencia, haciendo ciencia, a pesar de ser objetivos fundamentales del plan de estudios

Fue hasta 1979 que en la revista Documenta núm. 1 se publicaron los temas correspondientes a cada curso aprobados por el Consejo Universitario al ser fundado el CCH. Sin embargo se continuó trabajando con los programas elaborados por los profesores, según los cuales se pensaba que los estudiantes estarían mejor preparados para enfrentar las exigencias de las Facultades

Estos programas resultaron ser mucho más extensos que los originales, lo cual repercutió en el tedio hacia el estudio de la Química. Hubo una sensible reducción en el número de alumnos interesados en cursar Química II y Química III. Basta una mirada a los programas para darse cuenta de que en tres semestres se trató de comprimir casi toda la Química, haciendo énfasis en los aspectos teóricos que constituyen los fundamentos de esta ciencia.

Este cambio en el enfoque dió como resultado que los alumnos considerasen el estudio de la Química como una disciplina poco comprensible, aburrida y difícil. Este problema de contenidos para el curso de Química I tiene un interés especial, ya que para la mayoría de los estudiantes que cursan esta modalidad de bachillerato, *es la única oportunidad de estar en contacto con esta ciencia.*

Como se ha planteado anteriormente, la experiencia vivida por los alumnos en el curso de Química I, ha sido determinante para la selección de Química II y III como asignaturas optativas en el quinto semestre, pero también han influido los contenidos de

esa materia en la falta de interés que muestran los estudiantes por esta ciencia, ya que gran parte de los contenidos son muy abstractos y para muchos de los alumnos resulta muy difícil su comprensión

Una encuesta realizada en el CCH plantel Vallejo con estudiantes de quinto semestre(alumnos que seleccionaron Química II y Química III como materias optativas) para apreciar el gusto por el estudio de la química, reportó un 67.7 % de alumnos que no les gusta la disciplina, la consideran difícil, compleja y muy aburrida (Benitez, S. L. 1997)

Un segundo aspecto que motiva la pérdida de interés por la Química se refiere a cómo se interpretó el planteamiento metodológico de permitir que el estudiante "aprendiera ciencia haciendo ciencia". El procedimiento didáctico que normalmente se desarrolló en las aulas de Química General se basó en el manejo mecanizado del llamado "Método científico" lo que llevó a situaciones contrarias a lo expresado en las declaraciones para la formación de los estudiantes, en el sentido de incidir en el conocimiento de cómo se construye el conocimiento científico y en el desarrollo de una cultura científica (Ramírez, S. A. 1989)

La carga de los contenidos temáticos y la brevedad de los tiempos disponibles, dió lugar a que los cursos sólo permitieran un conocimiento parcial y limitado de los principios básicos de la Química. Esta situación es grave dado que no se proporcionan suficientes elementos para adquirir significados que se relacionan con la vida cultural.

La mayoría de los profesores están de acuerdo en que es necesario favorecer el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión de la importancia de la Química en nuestra vida; sin embargo, los contenidos de los cursos y el estilo de enseñanza no refleja ese acuerdo en atender a esa necesidad, se imparten los cursos como si todos los estudiantes planearan seguir una carrera del área Química. Resulta así fundamental, considerar que un curso de Química General debe dar una visión del mundo que nos rodea, proporcionando una información básica que haga énfasis en la importancia de esta información para la sociedad.

Es importante señalar que en las clases de Química más del 90% de los estudiantes no van a seguir una carrera de química, (Kelter, P 1992 . Chamizo, J A., 1993), la mayoría son alumnos de carreras no científicas que asisten a estas clases "forzados", porque seguramente en algún momento en su educación perdieron el interés en esta disciplina. En mi experiencia he visto a muchos alumnos quedar fascinados ante fenómenos tales como la combustión del magnesio y mostrar interés por encontrar explicaciones, sin embargo algo sucede a lo largo del proceso, que hace que este interés se pierda.

¿Qué ha pasado en esos procesos de aprendizaje? ¿Como apoyar y encauzar la motivación expresada inicialmente para generar aprendizajes más duraderos y efectivos?

Se considera que es necesario buscar nuevas formas de ayuda en el aprendizaje, que faciliten la construcción de significados durante este y permitan incidir en las formas de conocer a la naturaleza y en el conocimiento de si mismos al percatarse de que son capaces de desarrollarse y maravillarse ante el conocimiento de la Química.

Es dentro de este contexto que en este documento se propone que los profesores construyan alternativas de trabajo didáctico para la enseñanza de la Química de manera fundamentada en los estudios pedagógicos actuales, y que sean producto de una reflexión crítica que parta de la problematización de la práctica docente, de los saberes y creencias sobre la enseñanza. Esta problematización funciona como un mecanismo que enfatiza la reflexión misma, la comprensión de la situación de aprendizaje y la producción de alternativas.

Por otra parte, se puede afirmar que la propuesta del nuevo Plan de Estudios recupera los principios educativos del CCH y objetivos marcados desde 1971, entre ellos el siguiente:

"Proporcionar la educación a nivel medio superior indispensable para aprovechar las alternativas profesionales o académicas tradicionales y modernas, por

medio del dominio del método experimental e histórico social y de los lenguajes español y matemático" (Gaceta UNAM Nov 1971).

Este objetivo plantea la necesidad de que el maestro, por una parte, tenga experiencias que se refieran a las formas de investigación propias de la Química y, por otra, considere la problemática pedagógica de iniciar al estudiante en ese dominio. Esta orientación no fue posible en la práctica docente desde los primeros años de funcionamiento del CCH, ya que muchos de los maestros iniciadores tenían poca o nula experiencia en el campo profesional de la Química y en su formación pedagógica.

En un principio los maestros aplicaron la metodología que bajo su criterio percibieron innovadora. Esta consistió en la presentación de una larga serie de experiencias prácticas acompañadas de preguntas. Se pretendió llevar al alumno de lo particular a lo general, de la experiencia a la teoría, apoyados en la investigación bibliográfica.

A partir del momento en que se modificaron los programas, cada profesor dió su interpretación personal a los temas que se incluían en los mismos, originando con ello una gran diversidad de enfoques.

Muchos factores influyeron, a lo largo de los veinticinco años de vida institucional, en la conformación de la complejidad del problema de la enseñanza de la Química en el plantel. Entre algunos de ellos están la falta de información sobre la problemática detectada por especialistas en la enseñanza de esta disciplina y las alternativas que proponen, la ausencia de un trabajo de reflexión colegiada que permitiera al profesorado entrar en el conocimiento de dicha problemática, sus puntos de debate y las orientaciones que se dan a las propuestas de trabajo para el aula, la falta de capacitación pedagógica de los profesores, etc.

Algunos profesores dieron y dan actualmente preferencia al tema "teoría atómica", para el que se requiere un elevado nivel de abstracción. Se les pide a los alumnos teorizar sobre aspectos en los que no han tenido experiencia previa, por

ejemplo, imaginar cómo se hicieron los cálculos para determinar la relación carga-masa del electrón, cuando no tienen los conceptos físicos necesarios para entenderlo, etc

Otros profesores se inclinan hacia actividades que acercan al alumno a cuestiones más concretas de esta materia, reacciones interesantes y conceptos básicos, de los que surge el cuestionamiento que lleva a la construcción de modelos que permitirán la explicación de los mismos. De esa forma el estudio de la constitución de la materia adquiere razón de ser. Cuando no sucede así, estos conceptos están vacíos y sin sentido para el estudiante, por lo que su estudio no representa ningún interés.

Este último enfoque tiene más ventajas que el primero, ya que una gran parte de los estudiantes de bachillerato no han alcanzado la etapa de pensamiento formal (Castro C.M., 1978). Por lo que esta metodología empírico-inductiva facilita el aprendizaje. También permite a los alumnos entender cómo se elaboran y el por qué de los modelos.

Respecto a las actividades de aprendizaje se puede decir que debido a la falta de material y personal de laboratorio, se han inclinado cada vez más hacia una práctica tradicional.

El profesor dirige las actividades de diseño experimental y manipula para que los alumnos lleguen a lo que él tiene preparado con anticipación. Son escasas las ocasiones en las que se les permite a los estudiantes la realización de un experimento para resolver un problema planteado, ya sea por el maestro o por ellos mismos. Este tipo de actividades darían a los alumnos mayores posibilidades de desarrollar actitudes y habilidades científicas, que les permitieran en un futuro, acercarse a la investigación (Jiménez, C. y Pinelo, L., 1990).

¿Cómo estamos enseñando la Química? La reflexión sobre esta pregunta nos indica que tal vez esta sea nuestra falla principal. Los estudiantes no podrán pensar, discutir ideas fuera de clase si nosotros no lo propiciamos en el aula. El alumno se preguntará si nosotros mismos nos preguntamos; se interesará si hacemos preguntas

relevantes en lugar de intrascendentes. De esta manera, ellos comenzaran a hacer lo mismo junto con nosotros. Las experiencias de cátedra son muy útiles cuando se desea introducir un concepto, debido a que el diálogo con los alumnos puede dar lugar a que éste quede comprendido (Kelter, 1992).

Por otra parte podemos señalar que la influencia de los antecedentes académicos es importante. Debido a lo complejo de los contenidos de los programas de Química existe una tendencia a enseñar en los cursos más que los fenómenos químicos, las explicaciones de los mismos. Se pasa de la Química descriptiva a los fundamentos de la Química (Hernández, G y Montagut, P. 1991).

En la década de los sesenta se criticaba a los textos de Química por su amplitud. Estaban repletos de descripciones del comportamiento de los elementos y sus compuestos. Incluían un gran número de aplicaciones de estas sustancias en la industria, en la vida diaria y hablaban de su existencia en tal o cual lugar de la geografía nacional o extranjera (Ramírez B., 1996).

A partir de la segunda mitad del siglo pasado, se desarrollaron las teorías que permitieron explicar muchos fenómenos y fueron expresados a través de modelos matemáticos. Desde entonces, la constitución de la materia ha sido estudiada con más cuidado. En la década de los sesenta dichas teorías influyeron en la enseñanza de la Química en México, en primer lugar en las escuelas superiores y posteriormente en los niveles medio y medio superior, se pensó que a través de esos "principios" era posible inferir todo el conocimiento de esta disciplina (Hernández, G y Montagut, P., 1991).

Las teorías antes citadas, debido a su naturaleza, para ser asimiladas requieren de una sólida formación matemática y de una amplia capacidad de abstracción, condiciones no dadas en los alumnos de bachillerato.

Este hecho distanció todavía más a los estudiantes de la Química descriptiva y los acercó a teorías que le son completamente ajenas, proporcionándoles una imagen negativa y poco real de lo que es el estudio de esta disciplina (Kelter, 1992).

De tal forma que cuando los estudiantes llegan al CCH difícilmente aceptarán que el estudio de la Química les agrade, al contrario la consideran poco atrayente. Aunado a esto encuentran que los contenidos en el curso de Química I, son los mismos que los vistos en secundaria, enfrentándose nuevamente con teorías que no sienten la necesidad de aprender. En encuesta practicada con mis alumnos de reciente ingreso al bachillerato con respecto a sus materias favoritas, la química solo alcanzó un 2% y en algunos grupos ni la mencionaron.

Generalmente en el curso de Química I se proporciona al alumno algunas experiencias concretas en el laboratorio, pero éstas resultan insuficientes para que el se sienta motivado hacia la búsqueda de respuestas que expliquen lo observado. Es muy significativo el hecho de que los alumnos rechacen las sesiones teóricas en el curso de Química, ellos solicitan un mayor número de actividades experimentales.

Otro factor que repercute en el problema enseñanza-aprendizaje de Química es la bibliografía. Cuando los alumnos recurren a ella tienen dificultad para entenderla, debido a que plantea muy superficialmente la relación de la teoría con los hechos concretos. Por lo que es indispensable el desarrollo de textos en los que se guarde un equilibrio entre la Química descriptiva y la Química teórica.

Por otra parte es importante señalar, que la tecnología se venía desarrollando, sobre un trasfondo de confianza que la población tenía ante los alcances de la ciencia. Actualmente, el deterioro del medio ambiente y la proliferación de tecnologías que favorecen el consumismo, ha permitido que la expectativa puesta en el progreso científico esté cediendo paso a la duda acerca del valor de la ciencia y los beneficios de la tecnología, contribuyendo así a la creciente indiferencia de la sociedad hacia los mismos (Jiménez, C. y Pinelo, L., 1990).

Esta actitud de la sociedad hacia la ciencia repercute en el poco interés que muestran los estudiantes hacia la Química. Sin embargo, es necesario hacer que el alumno se pregunte cómo se podrían resolver los problemas de la salud, vivienda,

alimentación que aquejan a la humanidad sin ayuda del conocimiento científico y tecnológico

Es de esperarse que los profesores buscaremos una enseñanza de la Química que permitiera a los estudiantes conocer que son las sustancias que usa cotidianamente (como combustibles, detergentes, colorantes, fibras, etc), que materias primas se requieren para su fabricación y cual es su origen, que proceso se sigue en su obtención, así como su efecto en el medio ambiente. De esta forma, se podría afirmar que los cursos resultarían no solo motivantes, sino también contribuirían a formar una conciencia para hacer un uso racional de los recursos

Otro factor relacionado con la actitud de la sociedad hacia la ciencia y que probablemente tenga que ver con el poco interés de los estudiantes por la Química, es la influencia que ejercen los medios de comunicación

Tenemos una sociedad en nuestros días que está asustada con lo que supone esta ciencia, una sociedad que teme al desarrollo científico porque confunde la técnica con la ciencia, es decir, las consecuencias de aplicar el conocimiento científico

La población sabe de la fisión nuclear a través de los medios de comunicación mucho más que de la escuela, y los medios de comunicación se dedican a informar del accidente de Chernobyl, de la tragedia de Bophal, de la contaminación radiactiva, del caso del Challenger, pero nunca del conocimiento científico implicado en estos desastres, (García, Horacio, 1990)

Es necesario que los profesores hagamos hincapié en este tipo de problemas, con el fin de que nuestros alumnos tomen conciencia y se genere en ellos la posibilidad de formación de actitudes críticas y de responsabilidad ante la sociedad

"Si logramos transmitir a los alumnos, primero la inquietud, curiosidad, interés por conocer los secretos de la naturaleza, después la belleza implícita de los mecanismos que la explican y finalmente el placer que disfruta el afortunado que los

encuentra, tendremos probablemente más investigadores y técnicos comprometidos con la ciencia" (García, Horacio 1990)

De esta manera tendríamos una población más enterada, más sensible a entender que la ciencia no es una amenaza para ella, sino una alternativa para elevar la calidad de vida. Considerar este aspecto sería una forma muy importante de incidir en la cultura de la población estudiantil.

La reflexión sobre los distintos aspectos que a mi juicio influyen en el acercamiento del estudiante a la Química, y que he descrito en esta sección, me permiten afirmar que el curso de Química I presenta serias deficiencias, lo cual ha ocasionado varios problemas, entre ellos la falta de interés por esta disciplina.

4.- CONCEPTOS GENERALES SOBRE EL NUEVO PLAN DE ESTUDIOS.

El bachillerato del CCH es una instancia de enseñanza media superior con funciones específicas que le confieren una identidad propia, como la de colaborar al desarrollo de la personalidad de los alumnos para su inserción satisfactoria en los estudios superiores y la vida social. En consecuencia, debe atender a su formación intelectual, ética y social.

El bachillerato universitario comparte con la Universidad la responsabilidad de construir, enseñar y difundir el conocimiento tanto científico como humanístico, y manifiesta este carácter con el propósito de que el alumno sea capaz de dar cuenta de las razones y la validez de su conocimiento.

Es un bachillerato de cultura básica, en tanto que hace énfasis en las materias fundamentales de ciencias y de humanidades para la formación del estudiante, y se

esfuerzo en que éste asimile conocimientos y habilidades que le permitan adquirir mayores y mejores saberes y practicas, en otras palabras, que aprenda a aprender

Es un bachillerato de fuentes y no de comentarios, porque se propone dotar al alumno de los conocimientos y habilidades que le permitan acceder por sí mismo a las fuentes de conocimiento y, más en general, de la cultura, es decir, a la lectura de textos, a la experimentación y a la investigación de campo. Por ello, pone el acento en el trabajo intelectual del alumno, y excluye concebirlo como un repetidor del saber del profesor, con quien comparte, en cierta igualdad radical, la posibilidad de conocer, juzgar, opinar y fundamentar intelectualmente

"En el bachillerato del CCH la ciencia, cuya extensión no se reduce a las ciencias de la naturaleza, sino incluye las sociales y las ciencias modernas de los signos, se considera en construcción, como una creación histórica, ligada al desarrollo cultural y social de las comunidades humanas donde se conforma. No se trata, por consiguiente, de un conjunto de conocimientos o metodologías invariables y acabados, sino que presenta una amplia gama de posibilidades de desarrollo en el cual el alumno puede participar, en principio, en condiciones semejantes a las de otros hombres que han hecho contribuciones importantes. Asimismo asume posturas distintas de las de mero control, dominio y explotación de la Naturaleza o de la sociedad y las responsabilidades de preservar y utilizar racional y previsoramente los recursos necesarios para la vida humana y ponerlos al servicio de todos" (Bazán, L. 1995)

Como consecuencia de estas concepciones, la docencia en el CCH respetará al alumno como sujeto, acentuara su participación y actividad, favorecerá su libertad de opinión y exigirá que se ejerza con fundamentos

El bachillerato del CCH es propedéutico y general, puesto que se orienta a ofrecer la preparación necesaria para cursar con éxito estudios profesionales y la formación humana que permita a los estudiantes un desarrollo personal y una inserción social positivos

De estas concepciones se derivan los postulados que muchas veces han recibido el nombre de "Principios del CCH".

Aprender a Aprender, que significa la capacidad de adquirir nuevos conocimientos por cuenta propia, adecuada a la edad de los alumnos y por ende, relativa.

Aprender a hacer que se refiere, sobre todo, a la adquisición de habilidades y que deberá completarse con una mayor atención a las dimensiones tecnológicas de los conocimientos.

Aprender a ser, que implica el propósito de formar a los alumnos, no sólo en la esfera del conocimiento, sino en las de los valores y la sensibilidad. Procurar la formación de alumnos críticos, capaces de juzgar la validez de los conocimientos que se le presentan.

Los estudios realizados acerca de las características de la población estudiantil indican que la mayoría de los alumnos que entran al CCH no poseen conocimientos ni habilidades en lo concerniente a la comprensión de la lectura, razonamiento matemático, hábitos de estudio ni disciplina de trabajo, por lo cual necesitan recibir mayor atención docente que la ofrecida hasta ahora. En consecuencia, todas las áreas concuerdan en considerar insuficiente los tiempos disponibles para cada asignatura y demandan que aumenten las horas de docencia como condición indispensable, duplicando el tiempo incluyendo la asignatura de Química. (Bazán, L. 1995).

4.1 LOS CURSOS DE QUIMICA EN EL PLAN DE ESTUDIOS 1996

"Resolver un problema es como hacer un descubrimiento. Aún siendo un problema muy pequeño, pero si despierta la curiosidad y pone en juego las facultades de la imaginación y de la intuición, si atrapa y si uno lo resuelve con sus propios medios, se experimenta la tensión y el gozo del triunfo, del descubrimiento. Al considerar al método de exposición de clase como una mezcla de noticiero y libro de cocina, ocasiona que el estudiante prefiera memorizar de un día para otro una colección de fórmulas sediosas y sin sentido. Se nos olvida a los profesores que a el hombre le gusta maravillarse y que por eso existe la ciencia".

George Pelya 1945

La Química es una ciencia experimental que plantea un vínculo estrecho entre el mundo natural y el mundo sintético. Uno de los retos que se presentan en los cursos de Química, orientados a conformar la cultura del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades, es ubicar al estudiante en el hecho de que la Química es una ciencia que estudia la Naturaleza y que a su vez ha generado todo un mundo sintético que ha modificado la forma de vida de las sociedades.

En esta perspectiva cobran capital importancia las formas características mediante las cuales se construye el conocimiento en el área de la Química, (metodología científica). La Química como ciencia experimental tiene dos formas básicas de trabajo: el análisis y la síntesis. Los métodos, estrategias y técnicas que se usen para lograr nuevos conocimientos y explicaciones a los fenómenos químicos, permitirán al estudiante transitar conceptualmente, y de una manera más natural, desde los acontecimientos macroscópicos a lo microscópico y de lo concreto a lo abstracto, ayudando con ello a que el estudiante tenga una aproximación mayor al entendimiento de los fenómenos naturales (Rojano, R. et. al 1993).

Los cursos de Química tienen la función de proporcionar al estudiante una cultura química que incorpore los conceptos básicos de la ciencia y la forma como se construye el conocimiento en ella. Este trabajo directo, (por ejecución del propio estudiante), o indirecto, (por revisión de procesos realizados por otros), propicia el desarrollo de procesos intelectuales comunes a las ciencias naturales y son los que permiten la generación de conocimiento: observación, cuestionamiento, detección de variables; identificación de relaciones entre variables, clasificación, organización de resultados, discriminación objetiva de la información relevante, interpretación de datos, comprensión de modelos y su uso predictivo.

Todo ello lleva a que el alumno comprenda que el conocimiento científico está en constante evolución y que por tanto ninguna ciencia está acabada, además de propiciar esquemas de pensamiento flexibles y críticos.

Para alcanzar lo anterior se propone un trabajo docente que ayude a estructurar los conceptos básicos de la Química e incida en la formación científica del estudiante. En la figura 2 se presenta un esquema donde se integra la propuesta que se hace en el Nuevo Plan de estudios para el trabajo de estos dos aspectos en los cursos de Química. (Rojano, R. et al 1993).

En este esquema se considera a la **Reacción Química** un concepto clave para el aprendizaje de esta disciplina. Es, sin lugar a dudas, el concepto medular del fenómeno químico, ya que constituye una forma adecuada de representación del cambio sustancial que ocurre durante la misma. Utiliza un lenguaje propio, aplica los conceptos de elemento y compuesto, emplea una simbología específica, implica entender la ruptura y constitución de enlaces químicos entre reactivos y productos. En su concepción cuantitativa, la reacción química implica comprender el principio de la conservación de la materia y de la energía, así como la forma de expresión de los cambios sustanciales y energéticos que se llevan a cabo.

DIAGRAMA CONCEPTUAL DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EL BACHILLERATO

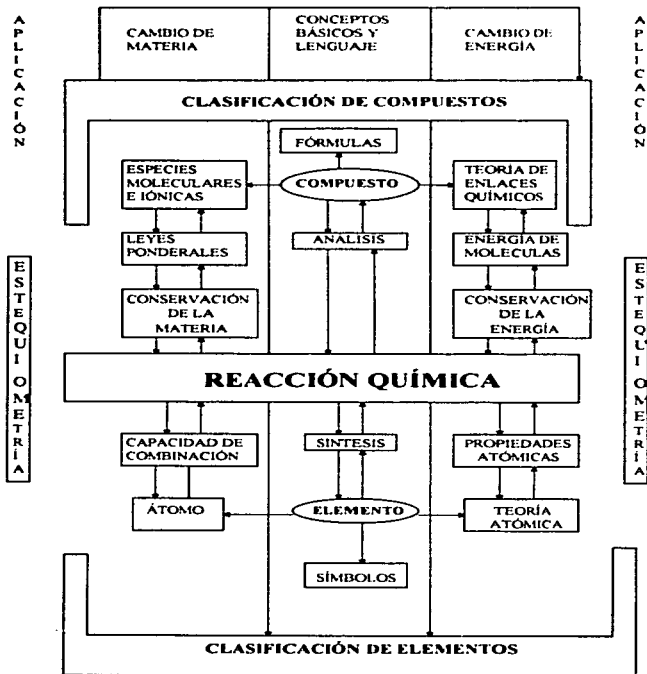


figura 2

Los conceptos químicos se han agrupado en tres zonas: conceptos básicos y lenguaje, cambios de materia y cambios de energía. Se presentan dos grandes ordenadores o sistematizadores de la información, la clasificación de los compuestos y la clasificación de los elementos. Esto significa que la clasificación debe estar presente en todo momento, construyéndose de manera gradual y usándose para generalizar o especificar los comportamientos de elementos y compuestos, minimizando la cantidad de información que debe ser adquirida en forma repetitiva.

Los conceptos fundamentales para la comprensión de la reacción química son elementos y compuesto, tanto a nivel macroscópico como microscópico (átomo y molécula) y se puede transitar de uno a otro a través del análisis y la síntesis, llevando a la concreción estequiométrica, cuando se realice el tránsito por la zona de cambios de materia y a una concreción termoquímica cuando se haga por la zona de cambios de energía. Esto significa que se puede ir del estudio de compuesto al de elemento y viceversa, pasando de lo macroscópico a lo microscópico y de los modelos descriptivos a los modelos explicativos, incorporados gradualmente.

Esta circulación a través de los conceptos señalados y la necesaria simplificación de los procesos con el uso de símbolos y fórmulas, proporcionan una comprensión básica de los fenómenos químicos (Rojano, R. et al. 1993).

El esquema que se presenta es flexible en virtud de que la circulación puede hacerse en etapas parciales (sólo por una de las zonas, o combinando dos de ellas, hasta llegar a un viaje integral) que vayan ampliando y profundizando el conocimiento tanto como se pueda o se desee.

El propósito de los cursos de Química en el bachillerato del Colegio pretende que el estudiante integre la formación en investigación, los conocimientos básicos y la aplicación de la Química, en una síntesis personal que le permita modificar su forma de pensar y de percibir el mundo. Esta educación química integral debe estar orientada a mejorar el desarrollo de sus habilidades académicas básicas y a asumir una actitud científica, crítica y propositiva ante los problemas sociales, económicos y ecológicos del país. La formación así adquirida por el estudiante se manifestará en el desarrollo de

estrategias eficientes para enfrentar los problemas relativos a la adquisición del conocimiento (Rojano, R. et al 1993)

En razón de lo anterior, se sujetará al alumno a un proceso de tránsito entre el mundo macroscópico y el microscópico a través de la planeación y la realización de actividades experimentales, el análisis de los resultados y la obtención de modelos operativos que expliquen de una manera racional los resultados obtenidos en los experimentos.

Se buscará siempre la utilización inmediata de estos conceptos en la estequiometría y la termoquímica, como una concreción de los cambios de masa y energía que ocurren en las reacciones químicas

Otro de los propósitos de los programas planteados es acercar al estudiante a los procesos químicos a nivel industrial, enfatizando aquellos que son importantes actualmente o que se deben fomentar para el desarrollo del país

El planteamiento está organizado alrededor de cuatro temas que por su naturaleza se considera motivarán al alumno hacia el estudio de la Química, lo llevarán a formular preguntas, a buscar respuestas a las mismas, y a adquirir una educación ambiental. Los problemas químicos se abordan en su contexto físico y biológico, lo que proporciona una visión integrada de la Ciencia y de la Naturaleza.

Los temas elegidos para el estudio de la Química en los dos cursos obligatorios de la asignatura a cubrirse, en los primeros semestres del bachillerato del CCH son.

- AGUA: origen y fuente de vida.
- AIRE: el mar de gases en el que vivimos.
- SUELO: recurso básico para la producción de alimentos.
- LA QUIMICA EN DESARROLLO

Se considera que para que el alumno logre aprendizajes significativos y desarrolle las actitudes y habilidades que se pretenden, es fundamental despertar su interés hacia el objeto de estudio. Se piensa que los temas seleccionados están estrechamente vinculados a la vida misma, a la problemática de las zonas urbanas y al desarrollo de la sociedad, y que con ello se conseguirá despertar ese interés.

Se propone abordar los temas a través de preguntas concretas que el alumno deberá responder por medio de consultas bibliográficas y hemerográficas, prácticas de laboratorio y experimentos. A partir de una serie de interrogantes planteadas por el profesor, enriquecidas por la discusión grupal y la búsqueda inicial de información, se tratará el tema como un todo, centrando la atención en los aspectos químicos, que serán abordados en un proceso gradual de profundidad y amplitud.

Se tratará en forma más específica el rasgo más importante de la sustancia desde el punto de vista químico, buscando de manera directa su relación con los seres vivos y su aplicación en el ambiente.

En los temas propuestos se procurará que el estudio se haga en un proceso en espiral, volviendo a tocar los mismos conceptos básicos con profundidad cada vez mayor y con un campo aplicativo cada vez más amplio.

Es necesario notar que la nomenclatura se trabajará a medida que se necesite, incorporando los nombres de los elementos y compuestos que se estén estudiando.

En cada una de las unidades, el alumno, a través de la formación de equipos, realizará un trabajo terminal, en el cual a partir de alguna interrogante que se haya planteado durante el desarrollo del tema, requiera realizar una investigación bibliográfica, planear y realizar los experimentos necesarios y presentar un informe, el cual será expuesto en sesiones de trabajo a manera de seminario para compartir sus logros con los compañeros de grupo.

Es importante la graduación de las actividades experimentales, siempre abordándolas como procesos completos, con énfasis definidos, acordes con el grado de desarrollo de las habilidades de los estudiantes

Asumir críticamente la nueva propuesta del CCH conduce a revisar ¿Que motiva a que los alumnos pierdan el interés por el estudio de la Química? ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentan los alumnos en el aprendizaje de los conceptos químicos marcados en el programa de un curso de Química elemental? ¿Cómo lograr despertar el interés de los estudiantes por el estudio de la Química?, ¿Cómo mejorar el trabajo de laboratorio de tal forma que para el estudiante represente un espacio motivante para el aprendizaje de la Química?, ¿Cómo podríamos, los profesores, encausar nuestro trabajo?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1. EL APRENDIZAJE COMO CONSTRUCCIÓN DEL SUJETO AL INTERACCIONAR CON LA REALIDAD.

" El conocimiento no es copia pasiva de la realidad externa, pálido reflejo de la transmisión social, sino creación continua, asimilación transformadora".

Piaget, 1972

El señalamiento expresado por varios autores cognoscitivistas en relación a que detrás de toda teoría de aprendizaje y de cualquier reforma educativa existe una concepción sobre la naturaleza del conocimiento y de cómo se adquiere éste, nos demanda cubrir la necesidad de conocer el marco psicológico en que se sustenta este trabajo.

Las diferentes posturas que existen al respecto, proponen un papel activo al sujeto en situación de aprendizaje.

¿Cómo se produce la formación de nuevos conocimientos en el sujeto que aprende? ¿Por qué al alumno adolescente se le dificulta comprender conceptos abstractos como átomos, moléculas, reacción química, etc.?

En este capítulo se presenta una visión general de los procesos cognitivos mediante los cuales los alumnos llegan a construir conceptos científicos. A este respecto, se presentan dos enfoques cognoscitivistas distintos, pero a la vez complementarios, y que son resultado de interesantes proyectos de investigación en el campo de la educación científica. El primero de ellos se refiere al desarrollo de las capacidades generales del pensamiento y se basa en las ideas de Piaget respecto al

desarrollo del pensamiento concreto y el formal. El otro, más reciente, se encuentra centrado en las ideas o conceptos previos con los cuales los alumnos enfrentan el aprendizaje de las ciencias.

Ambas posturas aportan importantes conceptualizaciones y reflexiones sobre los aspectos pedagógicos que fundamentan importantes propuestas educativas para la enseñanza de la Química y otras ciencias.

PSICOLOGÍA PIAGETANA

Jean Piaget, (1896-1980) fue uno de los grandes pensadores de nuestro siglo. Centró su interés en los mecanismos de producción de conocimientos. Defendía una posición llamada constructivismo, el cual establece que el sujeto forma sus conocimientos en interacción con la realidad. Considera que los conocimientos no son copia de esa realidad, sino construcciones del sujeto. "Los conocimientos no están allí, no es que los enseñe o cuente alguien o que lo aprendamos de un libro, sino que dependen de los instrumentos intelectuales que posee el sujeto para reconstruirlos por su parte" (Delval, 1996). De tal forma que el sujeto, llega a conocer el objeto gracias a la adquisición de estructuras creadas a través de las acciones.

De acuerdo a Piaget el sujeto construye su conocimiento en interacción con el medio. A lo largo de su desarrollo, el niño tiene que ir formando no sólo sus conocimientos, es decir, todo lo que sabe acerca del mundo, de la sociedad y de sí mismo, sino también sus propios instrumentos intelectuales, su propia inteligencia. Los niños, cuando nacen, succionan, cogen cosas, lloran y tienen conductas que les permiten relacionarse con el mundo. El sujeto aplica a la realidad las conductas con que nace y la interacción modifica esas conductas. El niño actuando va descubriendo, no nace sabiendo.

Para Piaget, "existe una interacción continua entre el individuo, su medio y la construcción de las estructuras cognitivas. La inteligencia es un caso concreto de adaptación biológica que implica un proceso de asimilación y acomodación, el sujeto

incorpora o asimila la realidad a sus estructuras mentales, pero a la vez modifica estas estructuras para enfrentar obstáculos que le presenta la realidad. Como resultado de las tendencias de organización y adaptación, se crean continuamente estructuras cognoscitivas nuevas a partir de las ya existentes. El sujeto, desde su nacimiento hasta la edad adulta, atraviesa por una serie de etapas características, cada una, con distintas estructuras psicológicas" (León T. 1986)

ETAPAS DEL DESARROLLO COGNOSCITIVO

Se ha definido al desarrollo cognoscitivo como una sucesión de niveles de equilibrio. El paso de un nivel al inmediato superior se realiza mediante mecanismos de asimilación, acomodación y equilibración. Cada nivel está caracterizado por ciertas estructuras que varían de un nivel a otro, estas estructuras de equilibrio son las formas de organización de la actividad mental del sujeto en cada nivel.

Esta integración de estructuras permite dividir el desarrollo mental en cuatro estadios secuenciales: sensoriomotor, preoperacional, operacional concreto y operacional formal.

- 1.- El Estadio Sensoriomotor abarca desde el nacimiento hasta los dos años. El niño al nacer no dispone más que de un limitado repertorio de respuestas reflejas, que se irán diferenciando progresivamente en un número creciente de esquemas.
2. El Periodo Preoperatorio comprende de los dos a los siete años. En este periodo se desarrolla la función simbólica, en la cual los niños adquieren la capacidad para representar y referirse a personas, lugares y hechos.
3. El Periodo de Operaciones Concretas comprende de los 7 a los 12 años. El pensamiento concreto, como su nombre lo indica, está centrado en la realidad inmediata. Aunque puede ir más allá de las apariencias perceptivas por medio de la

conceptualización, su pensamiento sigue ligado a lo concreto, a lo real, más que a lo posible

Una experiencia ampliamente conocida de este periodo es la llamada "Conservación de las sustancia " Esta se refiere a aquella situación en que para el niño hay distinta cantidad de materia en una bola de plastilina que en la misma bola transformada en salchicha, la cantidad de materia se modifica al cambiar de forma (en estos casos los niños dicen generalmente que hay mas) El aspecto perceptivo de la bola ha cambiado, aunque el niño ha visto que la transformación se ha hecho delante de él y no se ha añadido ni quitado nada, pero parece que es más grande, y no es capaz de tener en cuenta que si bien, simultáneamente, la salchicha es más larga, también es más estrecha El niño de este estadio solo es capaz de considerar un aspecto de la situación

Durante esta etapa del desarrollo los aspectos figurativos tienen un gran peso y el niño se deja llevar por lo que ve, el aspecto de las cosas. Por eso en las experiencias de conservación el niño da respuestas erróneas, desde el punto de vista del adulto. Dejándose engañar por las apariencias. Posteriormente el sujeto va estableciendo invariantes en las transformaciones a las que se somete el mundo físico, es decir, cuando cambiamos algo, hay otros aspectos que se conservan el número de objetos es independiente de la disposición, la cantidad de sustancia no varía con las modificaciones de forma

Sin embargo, según Piaget, estos niños todavía no son capaces de hacer abstracciones, aún piensan en términos concretos, pueden apreciar y captar relaciones que pueden ver en forma directa, más no pueden concebir aún principios formales y generales.

4.-El Periodo de las Operaciones Formales transcurre a partir de los 11-12 años, y se prolonga hasta el final de la adolescencia. En esta etapa el sujeto adquiere las operaciones básicas que hacen posible el pensamiento científico ser capaz de razonar no sólo sobre lo real sino también sobre lo posible. Puede entender y producir

enunciados que se refieran a cosas que no han sucedido, examinar las consecuencias de algo que se toma como puramente hipotético, entender cosas que están alejadas en el espacio y en el tiempo, como la historia o la vida de otros pueblos. Ha perfeccionado mucho sus procedimientos de prueba no aceptando las opiniones sin someterlas a examen.

Los límites de cada periodo y de las edades cronológicas son solo aproximaciones y están sujetas a amplias variaciones individuales. La maduración del sistema nervioso (herencia), la experiencia adquirida en función del medio físico y la influencia del medio social.

Según Piaget, se espera que los estudiantes entren en la etapa de operación formal a la edad de doce años y completen su desarrollo alrededor de los quince años. Desafortunadamente, un gran número de estudios sugieren que no es así. Se ha encontrado en diferentes países bajos porcentajes de alumnos con pensamiento formal en ese rango de edad: un estudio en Inglaterra reportó un 37% en Australia y en la Universidad de Oklahoma en 1975, de 25% (Lopez M 1989) y en México de un 22% de la muestra estudiada en 1978 (Castro A. 1978).

De acuerdo a Piaget todo aprendizaje es una reconstrucción al nivel de desarrollo intelectual del sujeto. Esto quiere decir que el sujeto aprende a partir de los esquemas de que dispone, y que aprendizaje y desarrollo son dos aspectos necesariamente ligados.

De acuerdo con estos planteamientos en la enseñanza de la Química es importante considerar la etapa de desarrollo en que se encuentran los estudiantes y la necesidad de mirar al aprendizaje como construcción del sujeto, quien debe participar con sus instrumentos intelectuales en interacción con el medio. Es por ello que se espera que el aprendizaje de la química sea reflexiva y problematizante, pero también experimental, es decir, permita la interacción directa con los fenómenos que se estudian.

Para algunos autores (De Vos, et al .1985) la conceptualización de reacción química constituye un interesante problema a estudiar bajo el marco de la teoría de Piaget. A este respecto, el autor sugiere que se esperaría que el maestro que enseña el fenómeno de reacción química buscara la reestructuración y el enriquecimiento de esquemas referentes a la conservación de las sustancias

Un niño ubicado en las primeras etapas del estadio de las operaciones concretas piensa que al transformarse la forma de una sustancia se afecta la cantidad de ésta. Momentos posteriores en esta misma etapa esta situación cambia y el niño es capaz de comprender que el cambio en la forma no afecta la cantidad de sustancia, constituyéndose este en un esquema de conocimiento con el cual filtrará posteriores experiencias

Para De Vos y otros autores este esquema consolidado ya al final de la etapa concreta, choca en el adolescente que inicia su etapa formal, al enfrentarse con experiencias en relación a las reacciones químicas, donde las sustancias son sometidas a tratamientos para generar otras (De Vos, et al . 1985) .

Ante esta situación el alumno percibe que a pesar de la interacción con fuego, ácidos u otras sustancias, la primera sustancia " no cambia" aunque su apariencia sea distinta; y así podemos escuchar ante la quema de una tira de magnesio o cobre las siguientes afirmaciones:

" se volvió cenizas, sólo cambió de aspecto, pero sigue siendo el mismo magnesio".

" sólo se tizó, sigue siendo cobre "

Es parte de mi interés abordar este asunto en este documento, y hacer una propuesta para trabajar la reestructuración del concepto de conservación.

2. LAS IDEAS PREVIAS

SU CONSIDERACIÓN PARA EL APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

"Si tuviese que reducir toda la psicología educacional a un sólo principio, diría lo siguiente: el factor aislado más importante que influye en el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe. Averigüese esto y enseñese de acuerdo a ello"

Ausubel, 1993.

Enseñar y aprender conceptos científicos es, básicamente, un proceso de comunicación entre los estudiantes mismos y con el profesor. Este señalamiento aparentemente sin importancia, implica un cambio radical en la concepción que gran número de docentes tienen sobre su trabajo.

Si se piensa que el aprendizaje es una adquisición de conocimientos "verdaderos" ya elaborados, sólo hay que saber repetir lo que dicen los demás, y la expresión de las propias ideas o dudas no tienen ninguna importancia. Pero si se entiende el aprendizaje como un largo proceso de construcción del conocimiento que el propio individuo lleva a cabo comunicándose con los demás y consigo mismo, entonces es necesario aprender a comunicar las ideas. Esta comunicación da lugar a que las propias ideas se puedan contrastar con las de los demás y evolucionar.

Las investigaciones que se han realizado en las últimas décadas nos han mostrado que los estudiantes no llegan "en blanco" a cada nueva situación de aprendizaje, sino que portan esquemas de conocimientos previos. Estos esquemas son representaciones de la realidad, y en ellos se articulan tanto conceptos construidos en el ámbito escolar como otros construidos espontáneamente en la vida cotidiana.

Estos conceptos construidos espontáneamente han sido objeto de gran número de investigaciones y se les denomina de distinto modo: concepciones alternativas, ideas intuitivas, preconcepciones, teorías ingenuas, etc. (Driver, 1989).

Cuando los alumnos observan un fenómeno, elaboran sus propias explicaciones y éstas son coherentes desde sus puntos de vista, sin embargo, en ocasiones no concuerdan con los datos experimentales o con las explicaciones del profesor.

Para ilustrar las reflexiones anteriores se presenta un ejemplo señalado por Neus S. (1996) Se refiere a las expresiones utilizadas al describir dos fenómenos diferentes:

a) Observación de un trozo de hielo que está en un recipiente ¿Qué le sucede al trozo de hielo?.

Las respuestas de los alumnos son :

- " *Desaparece, ya no está* "
- " *Se deshace* "
- " *Se disuelve* "
- " *Se ha desparramado en forma de agua* "
- " *Se ha transformado en agua* "
- " *Se funde* "

b) Observación del agua y el azúcar al mezclarlos. ¿Qué le ha pasado al azúcar?.

Respuestas de los alumnos

- " *Ha desaparecido, ya no está* "
- " *Se ha deshecho* "
- " *Se ha fundido* "
- " *Ha reaccionado* "
- " *Se ha transformado* "
- " *Se ha esparcido* "
- " *Se ha repartido por toda el agua* "

- **"Se ha disuelto"**

En las expresiones utilizadas por los estudiantes para describir las observaciones que hacen de dos fenómenos bien distintos, se aprecia que las palabras que emplean son muy similares. En un contexto cotidiano la mayoría serían suficientes para entablar una comunicación. Sin embargo, en el contexto de la clase de ciencias cada una de las expresiones refleja de alguna manera un punto de vista o modelo sobre el fenómeno.

Así, al utilizar la misma palabra <deshacerse> (u otras) para describir los dos fenómenos es una señal de la dificultad para diferenciarlos. En cambio el uso de las palabras (fundir) en el primer caso, y (disolver), en el segundo, implica una diferenciación entre ambos. El uso de expresiones como <<se ha transformado en agua>> o <se ha repartido por toda el agua> presuponen un cierto modelo explicativo cercano al científico. Por lo que enseñar los fenómenos no es algo traducido a enseñar a utilizar las palabras <fundir> o <disolver>, sino que implica enseñar la idea teórica que se tiene sobre qué significan esos fenómenos.

La mayoría de los estudios realizados en campos diversos sobre las ideas de los estudiantes coinciden en caracterizarlos de la siguiente manera

- **Naturaleza personal.**
- **Parecen dotados de cierta coherencia**
- **Son comunes a estudiantes de diferentes medios y edades**
- **Presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia (Llorens J.A. 1991, Pozo, et al. 1991).**
- **Son persistentes, es decir no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada.**

Naturaleza personal.

Cuando los alumnos describen un fenómeno se encuentran diferentes interpretaciones. Estas concepciones son construcciones personales de los estudiantes.

Un gran número de esas ideas son previas a la enseñanza escolar y son elaborados en su interacción cotidiana con su entorno.

Coherencia

Las concepciones de los estudiantes suelen ser incoherentes desde el punto de vista científico, pero coherentes desde el punto de vista de ellos.

- Estabilidad

Las ideas son construcciones personales de los alumnos, desarrollándose de una manera espontánea. Estas concepciones espontáneas son persistentes y no son suficientes algunas actividades de aprendizaje para modificarlas.

Esta persistencia, se debe probablemente a que estas concepciones resultan coherentes para los sujetos que las sostienen. Se han identificado no sólo en niños y adolescentes, sino también entre adultos, incluso universitarios (Jiménez, 1978; Sebastián, 1984; Pozo, 1987).

INFLUENCIA DE LAS IDEAS PREVIAS EN LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Las nociones previamente adquiridas por los alumnos influyen en sus experiencias de aprendizaje Ausubel considera que el aprendizaje de los alumnos depende en gran parte de "lo que tienen en su cabeza". (Conocimientos previos), así como del contexto en el cual se desarrolla el aprendizaje

El modelo introducido por los científicos cognitivos se basa en la hipótesis de que la información se almacena en la memoria de diferentes formas y de que todo lo que hacemos y decimos depende de los elementos o grupos de elementos de esta información almacenada, que se le ha denominado "esquemas" Un esquema sería el conocimiento de un sujeto, acerca de un fenómeno determinado

Para que se produzca un aprendizaje es necesario que la nueva información se relacione de una forma adecuada con la <<estructura cognitiva>> de cada individuo Cuando el profesor utiliza una palabra o expresión determinada se activan en los estudiantes ciertos esquemas determinados que relacionan experiencias, ideas y, en relación con ellas, es como se interpretan muchas de las nuevas informaciones que se den y muchos de los datos observados Si los profesores y alumnos no comparten el significado de las palabras claves, es difícil que se pueda avanzar en la construcción del conocimiento.

Dos son los enfoques que en las últimas décadas han tenido gran influencia en los desarrollos curriculares en el área de ciencias, y son la Teoría Piagetana de las Operaciones Formales y las Ideas Previas o Concepciones Alternativas de los estudiantes sobre los fenómenos científicos (Gómez, et al 1992)

La Teoría de las Operaciones Formales de Piaget parte de la concepción de que el adolescente estudiante de ciencias interpreta el mundo con una mente altamente organizada y estructurada, de un modo homogéneo, de acuerdo a ciertas capacidades

lógicas subyacentes. De tal manera que el nivel de desarrollo cognitivo general alcanzado por el alumno influirá en la comprensión que éste tenga sobre una área determinada de la ciencia.

Numerosas investigaciones han proyectado serias dudas sobre la existencia de estadios en el desarrollo cognitivo y, más concretamente, sobre el de las operaciones formales (Carretero, 1985, visto en Gomez, et al, 1992). El pequeño número de adolescentes e incluso adultos que resuelven formalmente tareas científicas, aunado a la inconsistencia en el uso del pensamiento formal por un mismo individuo de un contexto a otro, ponen en duda la utilidad del concepto de estadio. Esto ha permitido desviar el interés de los investigadores de las estructuras generales a los conocimientos específicos que perjudican el rendimiento de un estudiante frente a una tarea determinada.

En la investigación sobre la enseñanza de las ciencias el interés generado por los conocimientos específicos ha venido a la par con el enfoque de los conocimientos previos.

El enfoque de las concepciones alternativas ha dado mayor importancia a los conocimientos específicos que a las estructuras cognitivas generales. Por lo que ha ocasionado supuestamente una cierta < desintegración > del estudiante, que ha pasado de tener un sistema cognitivo organizado y predecible a otro de un número no determinado de concepciones poco relacionadas entre sí (Pozo, et al 1991).

Pozo J, Gómez C y otros autores consideran que una manera de conciliar ambos enfoques sería el recurrir a niveles de generalidad u homogeneidad intermedios a los previstos por Piaget y por las concepciones alternativas. De esta forma la mente del niño no sería tan homogénea como Piaget predica, pero tan poco tan heterogénea como para estar constituida por un número no determinado de concepciones dispersas. Por lo que proponen analizar la comprensión de los alumnos y el propio desarrollo cognitivo en términos de estructuras conceptuales generales (Gómez, et al 1992).

Un ejemplo de estas estructuras conceptuales generales intermedias sería interpretar los conocimientos previos de los alumnos como teorías implícitas o estructuras conceptuales específicas sobre los fenómenos científicos (Gómez et al., 1992). Por lo que, resultaría de gran utilidad analizar las ideas de los alumnos en una disciplina, como la Química, partiendo de ese nivel de generalidad intermedio, próximo de alguna forma al concepto piagetano de "esquema operatorio formal" (Poza, 1988, Poza et al., 1992).

A continuación se presenta un análisis de este tipo

PRINCIPALES PROBLEMAS CONCEPTUALES EN LA COMPRENSIÓN DE LA QUÍMICA

En estudios realizados en el área de la química se han indentificado tres nociones o estructuras conceptuales² generales, que estarán por un lado relacionadas con los esquemas de operaciones formales y, por otro, con las concepciones específicas de los estudiantes sobre química

Estos tres núcleos, están directamente relacionados con gran parte de las dificultades que encuentran los estudiantes al estudiar esta disciplina. La mayor parte de esas dificultades provienen de una insuficiente asimilación de esos tres núcleos o estructuras conceptuales generales de las que se derivan otras nociones más específicas (Poza, et al 1992).

De esta manera la enseñanza de la Química debería estar orientada no sólo a promover cambios conceptuales en una serie de nociones específicas, que constituyen tradicionalmente el armazón de los currículos de Química, sino a facilitar la adquisición de estos tres núcleos, cuya comprensión es muy difícil para los alumnos

- Los problemas o núcleos conceptuales propuestos son
1. La comprensión de la materia como algo discontinuo
 2. La conservación de propiedades no observables
 3. La cuantificación de relaciones

La Discontinuidad de la Materia

La noción de discontinuidad es necesaria para comprender e interpretar conceptos como los estados de la materia, los cambios de estado, la difusión de los gases, los fenómenos de disolución. Esta noción también es indispensable para comprender como tienen lugar las reacciones químicas cómo a partir de unos determinadas sustancias, los reactivos, se obtienen otras totalmente diferentes, llamadas productos. Adquirida esta noción entonces se podrá interpretar la reacción química como una reordenación de átomos de las sustancias participantes (Gómez, et al. 1992)

Conservación de las Propiedades no observables de la Materia

Para comprender e interpretar los cambios que sufre la materia (cambios de estado disoluciones, reacciones químicas), es necesario desde el punto de vista científico, tener en cuenta "ciertas propiedades no observables de la materia" (Pozo, et al. 1991). A través de la historia la idea de conservación ha tenido diversas interpretaciones. En la época clásica, Lucrecio en su *De rerum natura*, menciona que las cosas no pueden surgir de la nada y, si han surgido, no pueden volver a la nada. Después con los trabajos de Lavoisier en el siglo XVIII se formuló la ley de la conservación de la masa. Posteriormente con el desenvolvimiento de la teoría atómica moderna fueron desarrollándose una serie de leyes que configuran la idea de conservación en la química moderna.

"Si la construcción histórica de las nociones de conservación ha sido bastante laboriosa, otro tanto sucede con su construcción en la mente de los estudiantes" (Pozo, et al, 1991).

En los cambios que experimenta la materia (disoluciones y cambios de estado) se conservan las sustancias que intervienen, se mantiene su identidad. En ambos casos los cambios son reversibles y pueden recuperarse las sustancias intactas tanto en su estructura como en su cantidad. En las reacciones químicas, se modifica la identidad de las sustancias que participan en el proceso, se lleva a cabo una reordenación de los átomos que las forman, cambiando por tanto su estructura microscópica, lo que hace que la transformación no sea reversible, por métodos físicos. En este proceso, a partir de unas determinadas sustancias, los reactivos, se obtienen otras diferentes, los productos. Se conserva el número total de átomos de cada elemento presentes al principio y al final. En esta conservación están basados los sistemas de ajuste de las ecuaciones químicas y los cálculos estequiométricos que se realizan en las reacciones químicas.

En los estudios sobre las ideas de los estudiantes se describen numerosos ejemplos en donde se aprecian las dificultades que tienen en la comprensión de la conservación de la materia cuando esta sufre un cambio. A continuación se describirán algunas de ellas.

Al investigar las ideas de los alumnos sobre el comportamiento de los gases y del aire se encuentra que tienen grandes dificultades en la interpretación de la conservación de la masa y peso cuando se le somete a cambios de presión, volumen o temperatura (Llorens, 1991). Cuando se les muestra una jeringuilla con aire, con el orificio tapado y se presiona el émbolo, ellos piensan que la masa disminuye. Confunden masa con volumen. En otros experimentos se les pidió o que dijeran qué le sucedería a la masa del aire contenido en un recipiente cerrado cuando se calienta. Unos consideraron que la masa disminuiría, debido a que el aire caliente pesa menos, o bien porque se evapora cuando se calienta (para ellos evaporar es lo mismo que desaparecer).

En los cambios de estado en algunos alumnos de secundaria y bachillerato (12 a 16 años) surgen ideas derivadas de las concepciones que tienen sobre cada estado de la materia, como por ejemplo, cuando el agua pasa a gas consideran que la sustancia se

hace más ligera, el líquido es más pesado (Llorens JA 1991) En los casos de evaporación de una sustancia, piensan que ésta desaparece, por ejemplo, cuando se deja un poco de perfume en una habitación a que se evapore, algunos piensan que desaparece, (Furió y Hernández, 1983, Gomez, et al 1992)

Con respecto a los procesos de disolución, por ejemplo, la disolución del azúcar en agua, la interpretación que dan los estudiantes, es que no se conserva la sustancia. Algunos de ellos (12 años), piensan que el azúcar ha desaparecido (Serrano y Blanco, 1988) Otros consideran que la masa del azúcar ha disminuido, dado que al disolverse ha pasado a líquido, por lo que se ha hecho más ligera (Driver, et al 1985). Algunas veces muestran confusión entre la masa y el volumen de una disolución, piensan que la masa total de la disolución es la misma que la del agua, explican que el azúcar ocupa el espacio libre entre las moléculas de agua, por lo que la masa no cambia (Driver, 1985)

En las reacciones químicas las ideas sobre conservación han sido estudiadas principalmente con procesos de combustión y oxidación de metales. Desde el punto de vista químico, ambos procesos son iguales, la interacción de una sustancia con el oxígeno, sin embargo, desde el punto de vista perceptivo son fenómenos totalmente diferentes. En la combustión se producen gases y prácticamente parece que la sustancia desaparece, en cambio en la oxidación de un metal, por ejemplo hierro, la sustancia cambia de aspecto pero sigue habiendo un sólido que, en algunos casos parece que aumenta de tamaño, por lo que no es raro que los estudiantes lleguen a interpretarlos de diferente manera

Se ha encontrado en un gran número de estudiantes que en sus explicaciones sobre la combustión no mencionan el aire ni el oxígeno. Consideran que son necesarios pero no tienen clara la idea de cuál es su función. Muy pocos alumnos comprenden que el oxígeno se combina químicamente con la sustancia que sufre la combustión.

Para algunos estudiantes las cenizas formadas después de la combustión de un trozo de madera, es el material incombustible que hay en la madera. Otros consideran que las cenizas son la misma madera y sólo ha cambiado de aspecto.

Lo mismo sucede cuando se trabaja la oxidación de un metal, piensan que no se forma nada nuevo, el óxido es hierro transformado ("el óxido forma parte del clavo") y la fibra oxidada es la misma que teníamos ("después de arder será la misma fibra en forma de polvo").

Para explicar estas reacciones químicas, generalmente los estudiantes no emplean argumentos que impliquen una combinación química del combustible con el oxígeno del aire. Ellos consideran que las sustancias no sufren un cambio en su estructura microscópica.

Para Driver, la interpretación que los alumnos hacen de las reacciones químicas están dominadas por la percepción. En sus explicaciones no toman en cuenta las interacciones entre las sustancias que intervienen. Para ellos se conservan las sustancias, éstas sufren alguna modificación pero siguen siendo las mismas.

Para que los alumnos lleguen a comprender el concepto de reacción química es indispensable superar ciertas dificultades, es decir, hay que recorrer un camino largo, el cual es necesario iniciarlo.

Un comienzo podría ser que los alumnos vean a la reacción química como un proceso en el que interaccionan las sustancias dando lugar a nuevas sustancias, pero para esto tienen que superar sus ideas de conservación de las sustancias. Por lo que sería necesario trabajar el concepto de reacción química como la formación de una nueva sustancia. Sobre esta idea versa la propuesta de trabajo que se hace en este documento.

3.-EL LABORATORIO SU IMPORTANCIA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

"Se aprende haciendo las cosas; porque aunque creas que las sabes,
no estarás seguro hasta que lo intentes"

Sófocles

Sin duda la actividad de laboratorio constituye un factor primordial en la enseñanza de las ciencias. Hace más de doscientos años John Locke (1688) propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran trabajo práctico en su educación. Desde entonces a la fecha el valor del trabajo práctico ha adoptado un papel importante en las didácticas de las ciencias, al grado que no se concibe, hoy en día, un currículum de ciencias sin que una parte del horario esté dedicada a trabajo en el laboratorio.

La mayoría de profesores y organizadores del currículo piensan que el trabajo práctico representa un factor importante de motivación en los estudiantes hacia el aprendizaje de los conceptos científicos, así como un medio para que los alumnos se aproximen a la metodología científica. Sin embargo, a pesar del entusiasmo que genera en los alumnos el hecho de realizar prácticas de laboratorio al iniciar un curso, parece que éste se va desvaneciendo, sintiéndose decepcionados al realizar una actividad cuyo sentido no alcanzan a comprender.

Desde la antigüedad la utilidad del trabajo práctico ha tenido serias críticas. En 1982 se recogen testimonios de ellas. "Hace unos pocos años se urgía a los profesores a adoptar los métodos de laboratorio para ilustrar los libros de texto, ahora parece al menos tan necesario urgirlos a utilizar el libro de texto para hacer inteligible el caótico trabajo del laboratorio (Moyer, 1976)

Gran parte de la investigación que se ha ocupado de analizar la efectividad que juega el trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias no ha tenido resultados concluyentes. Además de generar controversia el papel que éste juega en los currículos de ciencias. En los años sesenta, proyectos en Estados Unidos como Biological

Sciences Curriculum Study (BSCS), Chemical Education Material Study (CHEM Study) o Physical Science Study Committee (PSSC), así como los cursos Nuffield de biología, física y química en Inglaterra, dan una fuerte promoción a la enseñanza por descubrimiento, la cual consideraba al profesor como un "facilitador del aprendizaje", un guía para que los estudiantes a través del trabajo práctico descubriesen los nuevos conceptos (Miguens, et al, 1991)

Posteriormente, en 1985, el papel de las actividades prácticas en las lecciones de ciencias fue resaltado por el Departamento de Educación y Ciencias en la Gran Bretaña, cuando afirmaba que "la característica esencial de la educación en ciencias es que introduce a los alumnos al método científico" y "la educación en ciencias debería dar al mismo tiempo, a través del trabajo práctico u otro medio, oportunidades para la adquisición de conocimientos y su comprensión" (Miguens, et al 1991)

Desde entonces, los profesores han considerado el trabajo práctico como una estrategia educativa útil para conseguir cualquier objetivo educativo planteado. Sin embargo en la bibliografía y en los congresos sobre Didáctica de las Ciencias aparecen con frecuencia trabajos críticos y propuestas de renovación para la tarea del laboratorio.

Las aportaciones críticas son amplias y diversas. Moreira (1980) afirma que "muchos estudiantes realizan un experimento sin tener una idea clara de lo que están haciendo. ellos no son capaces de identificar las cuestiones básicas, los conceptos y los fenómenos involucrados en el experimento, y además, no ven la experimentación como un proceso de construcción del conocimiento." Hofstein y Lunetta (1982) señalan que muchos de los objetivos de las prácticas que se plantean en los informes de los años setenta, son los mismos que los objetivos generales de un curso de ciencias, por lo que indican la necesidad de definir claramente dónde el trabajo de laboratorio puede aportar algo significativo, para poder explotar adecuadamente esta particular forma de enseñanza.

Gil y Paya (1988) muestran en un estudio que los " trabajos prácticos de Física y Química habituales no familiarizan, ni siquiera minimamente a los alumnos con la metodología científica ", encontrándose tanto en ellos como en los libros de texto y como los plantea el profesorado, una ausencia de aspectos fundamentales, como la emisión de hipótesis o el mismo diseño a realizar. Señalan también que " la indudable capacidad motivadora que los trabajos prácticos tienen a priori, se convierte en decepción después de realizarlos "

Se han realizado estudios sobre la estructura de las prácticas de laboratorio que vienen en los libros de texto y en los manuales (Bastida et al, 1990, Tamir, et al 1992) con el fin de presentar el verdadero valor didáctico, alcance, efectos y eficacia de las prácticas de laboratorio que se desarrollan en las aulas escolares, al mismo tiempo que permitan orientar hacia la elaboración de un modelo acerca del papel que el laboratorio debe desempeñar en el proceso de aprendizaje de la ciencia.

Los resultados encontrados en esos estudios señalan que la mayoría de las prácticas son concebidas como complementos de la teoría, así como, para comprobar los conocimientos teóricos de la lección en que se encuentran. Un pequeño número de ellas presentaban un contenido propio e independiente del texto.

Con respecto a la iniciativa que se permite a los alumnos en las prácticas de laboratorio puede decirse que tal alternativa es prácticamente inexistente. Casi todas las prácticas son cerradas, todo está regulado previamente y el alumno debe limitarse a seguir unos pasos prefijados en el texto o en el guión de prácticas, muy pocas prácticas permiten que el alumno tenga una iniciativa.

En el mismo sentido, casi la totalidad de las prácticas incluyen los contenidos teóricos necesarios para su realización, únicamente una de las 219 prácticas muestreadas requiere un diseño experimental (Bastida, et al, 1990). La mayoría de las prácticas están diseñadas de tal forma que los alumnos conocen los resultados o gran parte de ellos antes de su realización.

La fase más potenciada en las prácticas analizadas fué precisamente la ejecución. Las actividades que los estudiantes realizan presentan poca implicación de carácter intelectual, generalmente consisten en realizar observaciones cualitativas, obtención de medidas, manipulación de aparatos y registro de resultados. Las habilidades de planificación como las correspondientes a formulación de preguntas de investigación, de predicción, de formulación de hipótesis, diseño de experimentos, así como aplicar los resultados a una situación distinta son prácticamente inexistentes.

Normalmente falta la dimensión social en los manuales de laboratorio. Entre todos los ejercicios de laboratorio analizados, sólo se encontró uno que diera instrucciones concretas en relación al ámbito social, se trata de una actividad al aire libre, en la que se dan unas indicaciones específicas para formar grupos en la clase, que trabajarán en temas diferentes, para luego poner en común los resultados y examinarlos conjuntamente en la clase. En todos los ejercicios restantes se deja que el profesor decida la formación de grupos, la asignación de las tareas de los distintos grupos y la forma de interacción con los estudiantes. (Tamir, et al, 1992)

Con respecto al significado y finalidad que los profesores le asignan a las actividades de laboratorio, están determinados por la concepción que éstos tengan sobre la forma que los alumnos aprenden los conocimientos científicos y cuál es su papel en dicho proceso (García, et al, 1995),

Estudios sobre este aspecto se ha encontrado que las ideas más generalizadas entre los profesores sobre la importancia del trabajo de laboratorio son su carácter motivador; la familiarización de los alumnos con la metodología científica, su capacidad para desarrollar conceptos, para el desarrollo de determinadas "actitudes científicas", para proporcionar una idea sobre el método científico (Bastida, et al, 1990, García, et al, 1995).

La idea más arraigada entre los profesores es su carácter motivador. Debido a que la práctica está supeditada, la actividad de laboratorio se centra en la ilustración,

demonstración y verificación de conceptos, leyes o fenómenos explicados previamente a los alumnos.

Probablemente este planteamiento de la actividad experimental no sea más que el resultado de una metodología que acepta la asimilación pasiva de los alumnos de unos conocimientos que transmite el profesor. El hecho de que en el trabajo de laboratorio los alumnos no se impliquen en la adquisición de conocimientos y se limiten a efectuar unas pocas manipulaciones para observar lo que ya sabían que iba a suceder, da lugar a que los alumnos vean a las prácticas como algo aburrido.

La experiencia muestra que el efecto motivador decrece conforme pasa el tiempo y que las experiencias se hacen rutinarias, por lo que no es de extrañarse que los estudiantes pierdan el interés y el entusiasmo. Para Hodson (1994), lo que los alumnos valoran es el desafío cognitivo, sin embargo que no sea tan difícil que no pueda comprenderse. En el proceso de aprendizaje es básico la predisposición, el deseo de conocer por lo que es importante que el profesor promueva esa actitud entre sus alumnos.

Los profesores consideran que inculcar actitudes científicas es uno de los objetivos que se persiguen al realizar las prácticas. Existe la idea de que los estudiantes aprenderán más las actitudes de los científicos si adoptan en su trabajo de laboratorio una postura de objetividad libre de valores y teóricamente exenta de prejuicios, imparcial y una buena disposición para considerar otras ideas y sugerencias, evitando emitir juicios apresurados. Sin embargo el esfuerzo por dar la " respuesta correcta " y la preocupación por lo que " debía suceder " que caracterizan a tantas prácticas de laboratorio, difícilmente se pueden estimular estas actitudes (Hodson, 1994).

Se piensa que por medio de las prácticas de laboratorio se puede lograr una verdadera familiarización con la metodología científica. Sin embargo dichos objetivos se ven drásticamente reducidos a causa de las ideas simplistas respecto a la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico, las cuales se detectan en los libros de texto, manuales de prácticas, así también como los profesores (Carrascosa, et al, 1993).

Tal y como vienen las prácticas en los libros de texto y en los manuales parecen aceptar que el conocimiento no es problemático, es decir, que es posible alcanzarle mediante simples observaciones, atribuyendo una importancia trascendental a la experimentación (manipulación de reactivos, objetos de vidrio, etc) en el momento de adquirir el conocimiento, restando importancia a los procesos de desarrollo y formulación conceptual

Sin embargo, ese punto de vista inductivista es refutado por la filosofía actual de la ciencia. Estando de acuerdo que la observación depende de la teoría y que no hay un método científico unificado Driver pone las mismas ideas en una pregunta "¿Cómo puede un observador inexperto distinguir lo que llamamos observación significativa de lo que es accidental, cuando lo significativo viene de la interpretación teórica que nosotros impondremos sobre los sucesos?" (Driver 1975)

Así como Wellington (1981) ha señalado, "aún exponiendo a nuestros alumnos a una gran cantidad de datos a través de cuidadosas observaciones, en diferentes condiciones y situaciones, parece ingenuo esperar que ellos obtengan conceptos científicos abstractos".

En contra de la tradicional idea de que el aprendizaje de conceptos surge de la experiencia y de que están libres de teorías, la investigación sobre la enseñanza de las ciencias plantea que son los preconceptos los que juegan un papel importante (Hernández,G, et al 1996). Los estudiantes utilizan sus ideas previas cuando observan, diseñan realizan experimentos e interpretan resultados (Driver 1980, Bastida et al,1990)

Como Millar y Driver opinan " Parece que lo que los alumnos observan, lo que hacen y las interpretaciones que ellos dan, dependen de los conceptos que ellos utilizan" (Millar y Driver 1987) De esta manera los alumnos necesitan unir las prácticas a su estructura conceptual, si no las recordarán como una serie de experiencias desconectadas (Driver, 1983).

Una experiencia constatada es que los estudiantes que carecen de una comprensión teórica apropiada sobre un determinado tema, difícilmente saben que observar o qué hacer con lo observado, y mucho menos sabrán el significado conceptual de los resultados (Bastida et al, 1990,Hodson 1992)

Por lo que es importante darle su valor educativo real al trabajo práctico Sobre todo si tenemos en cuenta que en muchos casos no es que el alumno carezca de un determinado esquema conceptual, sino que posee otro diferente al que presupone el profesor, lo que lo llevará a una dirección equivocada, dando como resultado llegar a obtener conclusiones diferentes a las esperadas

RECONCEPTUALIZAR EL TRABAJO PRACTICO

Es necesario volver a pensar el papel, naturaleza y objetivos del trabajo práctico, (Miguens, et al,1991; Hodson,1994 ; Garcia, et al 1995) Éste puede ser interpretado en una amplia extensión de formas Los profesores pueden tratar las prácticas, aún el mismo experimento, de una variedad de formas y de acuerdo con los objetivos que ellos tengan en mente El objetivo central del trabajo práctico se encuentra dentro del tratamiento y el contexto con que los profesores usen la amplia variedad de actividades prácticas disponibles

Muchas de las dificultades descritas en los apartados anteriores se deben a la manera irreflexiva en que los diseñadores de planes de estudio y los profesores hacen uso del trabajo práctico, (Miguens, et al,1991; Hodson. 1994. Garcia, et al 1995)

El primer paso necesario para planificar un currículo más valido desde el punto de vista filosófico (aquel que describa fielmente la práctica científica) y pedagógicamente más eficaz es tener claro el objetivo de una lección concreta. El

segundo paso es escoger una actividad de aprendizaje que se adapte a estos objetivos. Una experiencia de aprendizaje pensada para facilitar el desarrollo conceptual necesitará, desde luego, ser diseñada de forma muy diferente a una cuyo propósito sea ayudar a los estudiantes a comprender aspectos particulares del método científico, o a generar interés por la ciencia, o aportar información sobre la historia, el desarrollo y el impacto social de una idea, proceso o artefacto

De acuerdo con lo expuesto en los apartados anteriores, el trabajo práctico no puede separarse del aprendizaje de conocimientos por parte de los alumnos. Por lo que debe esperarse que las actividades y prácticas han de ser consecuencia de un proceso de debate, donde se hagan explícitas las concepciones previas de los estudiantes y, si procede, existan implicaciones de cambio conceptual

Cuando el concepto que se quiere introducir en los esquemas conceptuales de los alumnos no choque con las ideas previas de ellos, el debate ha de centrarse en la aplicación del mismo y en el establecimiento de este concepto con otros fenómenos o conceptos

Si las ideas previas chocan con el concepto que se quiere introducir, dificultando el aprendizaje de los conceptos científicos y, consecuentemente, el desarrollo del esquema conceptual de los estudiantes, el debate ha de establecerse cuestionando dichas ideas, experimentalmente o a través de la resolución de situaciones problemáticas por medio de la búsqueda bibliográfica y el correspondiente debate.

En el proceso del debate se suscitarán preguntas, e hipótesis, algunas de las cuales serán susceptibles de ser contrastadas experimentalmente a través de un trabajo en que se hallen implicadas actividades, tales como la consulta bibliográfica, el diseño experimental, la planificación de controles, etc.

El proceso de debate en el modelo constructivista adquiere una gran relevancia dado que pone mayor énfasis en la fase de planificación, frente a lo que parece

enfatzarse en las prácticas analizadas, donde le daban mayor importancia a la fase de ejecución. En este modelo esta fase adquiere otra dimensión de retroalimentación, dado que tales actividades serán el resultado de un proceso de discusión donde exista una implicación conceptual.

Se podría señalar la posibilidad de diseñar éstos tipos de actividades de carácter experimental, de acuerdo al nivel de desarrollo conceptual de los estudiantes, unas actividades vinculadas al aprendizaje de conceptos científicos y en relación con los procesos de cambio y desarrollo conceptual (para niveles educativos elementales) y otras de carácter más abierto, interdisciplinar, en las que se pretendería un acercamiento del estudiante a las estrategias científicas: elaboración de hipótesis, diseño experimental, elaboración de informes, toma de decisiones, manipulación y tratamiento de datos experimentales, etc., destinadas a estudiantes con un esquema conceptual más desarrollado, por lo que tendrán una cierta capacidad para abordar problemas complejos.

Este trabajo, dirigido para cursos de química básica, se plantea como objetivo realizar varias actividades de aprendizaje que permitan iniciar el desarrollo conceptual de reacción química.

**PROPUESTA EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE
REACCIÓN QUÍMICA COMO LA FORMACIÓN DE NUEVAS
SUSTANCIAS
"UN CAMINO A LAS REACCIONES QUÍMICAS"**

"Para que tengamos alguna garantía de opinar lo mismo respecto a una idea particular, es necesario, por lo menos, que antes no hayamos sido de la misma opinión. Dos hombres, si verdaderamente quieren extenderse, inicialmente han de contradecirse. La verdad es hija de la discusión, no hija de la simpatía"

G. Bachelard, 1978

Las sustancias químicas están formadas por combinaciones de átomos de uno o más elementos. Estas sustancias pueden sufrir una interacción para dar lugar a otras diferentes, este proceso recibe el nombre de reacción química. En este proceso, a partir de unas sustancias que llamamos reactivos, se obtienen otras diferentes llamadas productos. Se produce una reorganización de los átomos combinados en las moléculas de los reactivos para obtener otras moléculas diferentes, las de los productos.

En las reacciones químicas se conserva el número de átomos de cada elemento, el número de átomos al principio es igual al número de átomos al final, por tanto la masa total de las sustancias que reaccionan es igual a la masa total de las sustancias que se obtienen. Esta expresión conocida como la ley de la conservación de la masa, enunciada por Lavoisier en 1785, es la base de las leyes estequiométricas que explican las relaciones cuantitativas dentro de las reacciones químicas.

Los estudiantes, para poder comprender correctamente las reacciones químicas, deben manejar con soltura la noción de discontinuidad de la materia. No sólo en su aspecto más elemental, la materia formada por "partículas", sino a un nivel más elevado, estas "partículas" son átomos que se combinan formando moléculas. Por otra

parte, deben comprender la conservación de estas partículas durante el transcurso de la reacción Y, por último, a la hora de establecer relaciones cuantitativas deben usar en la mayoría de los casos los cálculos proporcionales

En las investigaciones realizadas acerca de las representaciones del concepto de átomo, se ha encontrado que los alumnos de todos los niveles de enseñanza presentan dificultades para apropiarse del modelo corpuscular de la materia y del concepto de átomo. Muy pocos de ellos admiten la existencia de vacío entre los átomos (Driver 1988, Pozo 1989, Llorens 1991)

En lo que respecta a las representaciones sobre la estructura corpuscular de la materia, varios autores han encontrado que los estudiantes no establecen una distinción entre las propiedades de las sustancias y las propiedades de las "partículas"(átomos y moléculas) Según muchos estudiantes un átomo posee las mismas propiedades (estado físico, color, maleabilidad, etc) que la sustancia que constituye, (De Vos y Verdonk 1987, Gabel 1989, Novick y Nussbaum 1979,1981) Estos pensamientos que mezclan el sistema de referencia factual (macroscópico) con el referente atomista (microscópico) ha sido denominada << sustancialismo >> (Llorens 1991, Furió 1989, Pozo 1989) Aún cuando el término átomo es utilizado frecuentemente en los cursos de química, los adolescentes no han abandonado totalmente el modelo continuo de la materia. Bajo esta perspectiva el conflicto que surge de la existencia simultánea de un <<modelo intuitivo-continuo>> y otro << científico-discontinuo >> es resuelto por el alumno considerando las partículas como pequeñas porciones de la sustancia.

Así, las representaciones que construyen los estudiantes se convierten en obstáculos difíciles para que comprendan conceptos más avanzados, los cuales se construyen con fundamentos erróneos

En los últimos años se han llevado a cabo numerosas investigaciones acerca de las representaciones sobre los fenómenos físicos y sus interpretaciones en relación con la naturaleza corpuscular de la materia. Pero hasta este momento no son muchos los

trabajos que han tenido como objetivo conocer las explicaciones y las interpretaciones corpusculares que los alumnos poseen acerca de las reacciones químicas

Los trabajos sobre el concepto de reacción química muestran que una gran parte de los estudiantes presentan grandes dificultades para comprender sus aspectos fundamentales

Para aprender Química, es necesario estimular a los estudiantes para discutir los fenómenos químicos y expresarlos con sus propias palabras. Es muy provechoso que el profesor permita que se presenten situaciones en las que los alumnos se den cuenta de las deficiencias de su propio vocabulario al querer comunicar sus ideas y observaciones. El significado de una palabra como << reacción >> no es entendida solamente por escuchar al profesor o porque se le de una definición

Para que los alumnos entiendan el significado, deben emplear la palabra ellos mismos en situaciones pertinentes. Inicialmente su aplicación puede ser ambigua o no, posteriormente el concepto tiene que ser refinado para lograr su comprensión

Los alumnos tienden a pensar que tanto los reactivos como los productos de una reacción corresponden a la misma sustancia, a pesar de que ésta haya sido sometida a algún cambio químico

Existe un gran repertorio de experimentos que se emplean para mostrar la diferencia entre fenómenos físicos y químicos. Sin embargo no todos están diseñados para despertar la curiosidad y comprensión de los estudiantes. La descomposición del dicromato de amonio, la explosión de la pólvora, la calcinación del magnesio, son ejemplos de reacciones muy espectaculares. Sin embargo, comúnmente, no se remarca en ellas el hecho de que las sustancias se transformen de unas sustancias a otras. Fascinados por la luz que se obtiene al quemar el magnesio, los alumnos no se percatan del polvo blanco formado durante el proceso. En estos y otros experimentos, lo que atrae la atención de los estudiantes es la producción de energía y no la formación de sustancias nuevas. Desde ese punto de vista los alumnos piensan que el herrumbre no

es una nueva sustancia, simplemente es fierro oxidado y por lo tanto es todavía fierro (De Vos et al 1985)

Las expresiones de los estudiantes sugieren que están renuentes a aceptar la posibilidad de que las sustancias cambian completamente a nuevas sustancias. Los alumnos piensan que el óxido de magnesio obtenido por calcinación de una cinta de magnesio sigue siendo magnesio, como se aprecia en las frases

- . << es magnesio, sólo cambió de aspecto >>
- . << Nada más cambio de estado, sus propiedades no cambiaron, al quemarlo se hizo cenizas, por lo tanto es un cambio químico >>
- . << es cuando una cosa desaparece o cambia su estado físico, ya que no queda completamente igual >>
- . << Las cenizas obtenidas continúan siendo el magnesio que había en un principio, pero en otra forma >>

Después de quemar un trozo de madera, una idea expresada fue

<<La ceniza es el mismo pedazo de madera nada más que cambió de aspecto >>

En esas frases se percibe que para algunos de los estudiantes en una reacción química (cambio químico) la sustancia se conserva << el magnesio sólo cambia de aspecto >>. Lo mismo en la frase << nada más cambio de estado, sus propiedades no cambiaron al quemarlo >>, aquí se percibe una confusión con los cambios de estado

Un análisis cuidadoso de estos datos muestra que la mayoría de los alumnos atribuyen una identidad particular a una sustancia y suponen que guarda su identidad a través de las reacciones químicas. Ellos piensan que si pintan, por ejemplo, un coche sigue siendo el mismo coche, según este punto de vista que es común en la vida cotidiana, una sustancia puede sufrir muchos cambios y sin embargo retener su identidad

Jean Piaget indicó que los niños desarrollan la idea de conservación de peso y volumen alrededor de la edad de 10 años, antes de sus primeras lecciones de química.

La mayoría de los niños alrededor de los 1-4 años tienen todavía firmemente adherida e inconsciente la idea de que cada sustancia individual se conserva no importa lo que suceda. Sin embargo, esta idea de conservación de la sustancia descrita por los piagetanos como otro paso hacia el desarrollo cognitivo, resulta ser un obstáculo en el camino para comprender la reacción química.

Un estudiante de química elemental se enfrenta no sólo a varias y nuevas sustancias, sino también con una nueva manera de considerarlas o mirarlas.

En la vida diaria generalmente se considera a las sustancias desde el punto de vista de su significado para el hombre y la sociedad, en un sentido positivo o negativo, detergentes, tinturas, combustibles, insecticidas, tóxicos, contaminantes, vitaminas, etc.

Por otra parte, en la nomenclatura química el nombre de sustancia, como por ejemplo dióxido de carbono, hidróxido de sodio, se refiere a su composición desde el punto de vista de elementos o átomos.

En química las sustancias son descritas en términos de una lista de propiedades características: densidad, punto de ebullición y de fusión, índice de refracción, solubilidad, si son comburentes, si tienen carácter ácido o básico, si son reductoras u oxidantes, etc.

Cada sustancia es determinada por sus propiedades y definida por su fórmula química. Este concepto de sustancia permite definir a la reacción química como un proceso en el cual las sustancias son convertidas en otras.

Una definición similar del concepto de sustancia, no existe en el lenguaje de la vida cotidiana. Palabras como diamante, vidrio, piedra y estaño se refieren tanto a objetos como a sustancias. El hierro es reconocido en forma de clavos, aún cuando éstos estén revestidos con zinc y el fierro no sea visible. Tales ejemplos muestran que el concepto de sustancia empleada en la vida diaria es muy difuso.

Enseñar el concepto de reacción química implica, por lo tanto, tratar de un modo más disciplinado el nombre de "sustancia". La ausencia de un concepto adecuado de sustancia pura se revela como una de las causas más claras de las dificultades en la identificación de los cambios químicos (De Vos et al, 1985, Llorens, 1991) Esto se refleja claramente en la desvinculación existente entre la aceptación de un proceso como reacción química y la idea de cambio en la naturaleza de las sustancias

La propuesta, que en este documento se presenta con el nombre " Un Camino a las Reacciones Químicas", contempla inicialmente trabajar de manera cuidadosa el concepto de sustancia (sustancia pura), para en un segundo momento trabajar el concepto de reacción química como la formación de una nueva sustancia. Esta propuesta se aplicó a setenta y cinco estudiantes de primer semestre de CCH, para el curso de Química I

Estos dos momentos se manejan como dos módulos, ambos constituyen una estrategia que pretende la construcción de los conceptos sustancia pura (módulo I) y reacción química como la formación de una nueva sustancia (módulo II), cuadro 1.

Esta estrategia de corte constructivista contempla actividades de aprendizaje que parten del conocimiento previo que tiene el estudiante sobre el concepto de sustancia: un material con algún rasgo de cualquier tipo

Propone el desarrollo de actividades que permitan comprender la importancia que tiene el concepto de propiedad característica para definir a una sustancia pura.

En el módulo II también se parte de la expresión y reconocimiento de las ideas que se tienen sobre reacción química. Y se traza una estrategia que permita conflictuar y construir nuevas ideas sobre reacción química, a partir de experimentos realizados y discutidos por los alumnos.

La presentación de estas actividades se hace de acuerdo a las fases que presenta el modelo de secuencia de enseñanza aprendizaje constructivista elaborado por Neeham(1987), cuadro 2

UN CAMINO A LAS REACCIONES QUÍMICAS	
Módulo I	ESTABLECIMIENTO DEL CONCEPTO DE SUSTANCIA PURA
	Actividades
	Aproximación al término sustancia como la utilizan cotidianamente los alumnos, como un tipo de material con algun rasgo de cualquier tipo peculiar (perceptivo, de uso, etc)
	Introducción del concepto "propiedad característica" como criterio para distinguir a las sustancias
	Establecimiento del concepto de "sustancia pura" como material con propiedades características definidas.
Módulo II	ESTABLECIMIENTO DEL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA COMO LA FORMACIÓN DE UNA NUEVA SUSTANCIA
	Actividades :
	Exploración de las ideas de los alumnos con respecto al concepto de reacción química.
	Establecimiento de reacción química como formación de sustancias nuevas.
	1.-Experimentos donde no se forman nuevas sustancias
	a) El polvo blanco
	2.-Experimentos donde se forman nuevas sustancias
	a) La formación de un polvo amarillo
	b) La precipitación como un fenómeno químico

cuadro 1

SECUENCIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE CONSTRUCTIVISTA

FASE	PROPÓSITO	METODO
ORIENTACIÓN	Incrementar el interés y crear el ambiente	Actividades prácticas, verdaderos problemas a resolver, demostraciones del profesor, películas, videos, recortes de periódicos, lecturas y reflexión.
EXPLICITACIÓN	Hacer que los alumnos y los profesores tengan en cuenta las ideas previas	Actividades prácticas o pequeños grupos de discusión seguido de puesta en común
REESTRUCTURACIÓN	Enseñar un punto de vista alternativo - el científico- para a) Modificar b) Ampliar c) Sustituir por una perspectiva más científica.	
i) Clarificación e intercambio	Reconocer las ideas de los demás y examinar las propias	Pequeños grupos de discusión Puesta en común
ii) Exposición a situaciones conflictivas	Comprobar la validez de las ideas existentes	Demostración del profesor, realización de experimentos individuales, hojas de trabajo
iii) Construcción de nuevas ideas	Modificar, ampliar o sustituir las ideas ya existentes.	Discusión, lectura, introducciones del profesor
iv) Evaluación	Comprobar la validez de las nuevas ideas	Trabajos prácticos, proyectos de trabajo, experimentación, demostración del profesor
APLICACIÓN	Reforzar las nuevas ideas para que puedan ser utilizadas tanto en situaciones nuevas como ya conocidas.	Apuntes personales, actividades prácticas, resolución de problemas, proyectos de trabajo
REPASO	Concientizar a los alumnos del cambio de ideas y familiarizarlos con el proceso de aprendizaje.	Apuntes personales, discusión en grupo, diarios individuales, trabajo de repaso, murales etc.

cuadro 2

a) Módulo 1

ESTABLECIMIENTO DEL CONCEPTO DE SUSTANCIA PURA ORIENTACIÓN

Propósito Incrementar el interés y crear el ambiente adecuado para el estudio de las sustancias.

Situación de Apertura Se plantea una lectura titulada "La hormiga a la que no le gusta el almirar" (Pimentel, et al 1994), cuadro 3, un cuestionario y comentarios de ese artículo como una actividad de introducción al estudio de la sustancia pura

La hormiga a la que no le gusta el almirar

Mientras caminaba por la selva en Costa Rica tropecé con un camino amplio y desagradable, completamente desprovisto de vida vegetal. El sendero debe haber tenido unos dos metros de ancho y mientras caminaba por él, trataba de mantenerme fuera de una fila de hormigas nativas que se movían sin parar a mi lado. Cada una de las que iban en sentido contrario llevaba una pieza grande de una hoja sobre la cabeza, en conjunto, recordaban una flota de juncos chinos.

De repente, fui alcanzado por una hormiga muy atractiva, "¡Hola!" me presente yo mismo, mi nombre es hormiga roja, ¿cuál es el tuyo?" Sonrojándose contestó: "mi apellido es Formicidae, pero me llaman cortadora de hojas" Oye, es un lindo nombre. ¿Por qué te llaman así?" Riendo me contestó "todos saben por qué, es debido a mi ocupación". Con gracia me señaló con la antena un árbol de aspecto lastimoso más allá del camino "Ves aquello?", me pregunto, "mis hermanas y yo lo hicimos. Cortamos cada una de las hojas de ese árbol en solamente cinco días. Suficiente para alimentar a toda la familia durante dos meses."

Ella se volvió para continuar "¿No te vas?" exclamé, "yo te conseguire una hoja de este árbol que está aquí". Dirigiéndome hacia un árbol exuberante al lado del cual todas las otras hormigas pasaban sin prestarle atención, arranqué una hoja y se la ofrecí a la cortadora de hojas "¡UH!", tapándose la nariz, "¡quita de aquí, yo odio esa savia". Por supuesto, la hoja que yo sostenía tenía un olor similar al almirar. Yo deseaba saber qué era lo malo de aquella savia. La hormiga me explicó "Yo no estoy segura de por qué, pero a mamá no le gusta que le llevemos al hormiguero hojas que huelan así". Yo estaba todavía intrigado de manera que le pregunté si ella podría mostrarme su casa.

La hormiga cortadora vivía en un impresionante hormiguero junto con sus 5 millones de hermanas, 500 hermanos, su mamá, y, creo que o no, un 'hongo'. Sus sagabundos hermanos nunca levantaron una pata para traer ni siquiera una hoja, todo lo que ellos hacían era divertir a la mamá. Pero, hay algo más las hormigas ni siquiera se comían todas esas hojas que ellas traían a la casa, ¿el hongo se encargaba de ello?

Aparentemente, las hormigas no tienen las enzimas idóneas para metabolizar ciertos carbohidratos, pero el hongo se crea a partir de esas hojas y en un acto de gratitud con las hormigas por traérselas, convierte sus carbohidratos en deliciosos azúcares de los cuales vive la familia entera. "Mamá dice que somos simbióticas", explicó la cortadora de hojas.

Los científicos también se interesan en la hormiga cortadora de hojas y su familia. Ellos prestan atención a las hojas que la hormiga desprecia, tratando de averiguar que es lo que protege a estas hojas de estas hormigas. Por medio de cromatografía líquida, extrajeron entre 10 y 15 miligramos de 50 sustancias diferentes de grandes cantidades de hojas rechazadas. Luego trabajaron para purificar e identificar a esas sustancias. Los estudios con RMN han mostrado que cada uno de esos árboles que la hormiga cortadora desprecia, contienen compuestos con estructuras moleculares similares a las del óvulo de carofileno, el compuesto que le da sabor a la savia de ciertas plantas.

Los científicos también han obtenido la noción de que el hongo que vive con las hormigas se enferma con estas hojas. Y cuando el hongo se enferma no hay más azúcares para la familia. De esta manera parece que los árboles que producen este sabor a almidón aprendieron a sintetizar su propio fungicida para protegerse ellos mismos de las hormigas cortadoras. La próxima etapa para esos científicos sería tratar de sintetizar algunos compuestos similares para combatir al hongo dañino. El próximo paso para mí está dentro del pequeño y abrigado hormiguero de las hormigas cortadoras, nos llevaremos muy bien en primavera.

cuadro 1

Una vez terminada la lectura, el grupo comentará las respuestas a las siguientes preguntas. El profesor deberá insistir en la importancia que tiene la presencia de ciertas sustancias en la naturaleza y el interés de la Química por conocer sus características y acción, así como, para producir sustancias semejantes.

- 1 - ¿Qué sustancias están presentes en las hojas de los árboles rechazadas por las hormigas?
- 2 - ¿Cómo detectó la hormiga que dichas hojas no eran las deseables en su cosecha?
- 3 - ¿A quién servía la sustancia presente en las hojas?
- 4 - ¿En qué transforma el hongo esas sustancias?
- 5 - ¿Cómo es que el hongo podía transformar esas sustancias y las hormigas no?
- 6 - ¿Se trata solo de una sustancia o de una mezcla de sustancias?
- 7 - ¿Qué producen los árboles que se protegen de las hormigas cortadoras?
- 8 - ¿Qué es lo que a los químicos les interesa de estas sustancias?

Comentario

Después de que el grupo comentó la lectura y con base en ella resolvió las preguntas hechas por el profesor, se intenta generar conclusiones en torno a los materiales y sustancias que lo rodean haciendo énfasis en que estas sustancias son parte importante en los estudios químicos.

Es importante dejar un ambiente de duda sobre qué entender por sustancia.

EXPLICITACIÓN DE IDEAS

Propósito hacer que los alumnos y los profesores tengan en cuenta las ideas previas
Generación de conflicto conceptual acerca de la idea de sustancia

Pregunta generadora en una situación problema

De los materiales que están sobre su mesa ¿Cuáles consideran ustedes son sustancias?

Situación Problema

- 1° Se forman equipos de 4 ó 5 alumnos
- 2° A cada equipo se le proporciona una serie de materiales como: azúcar, sal de mesa, bicarbonato de sodio, jabón, limón, alcohol, té de cualquier tipo (algunos equipos llevan canela en polvo y en trozo), café (sólido y en solución), agua con azúcar, agua con sal, jugo de naranja y de limón, leche de magnesia, alambre de hierro, lámina de cobre, lámina de aluminio, granalla de zinc
- 3° Se les indica a los estudiantes que pongan a la derecha de su mesa lo que consideren que son sustancias. Registran sus resultados en el cuaderno
- 4° Después de haber realizado la actividad cada equipo expone sus resultados, realizándose una pequeña discusión sobre el acuerdo o desacuerdo entre diferentes puntos de vista sobre la idea que tienen de lo que es una sustancia, procurando crear un ambiente adecuado para la discusión y el debate.

Comentario:

Como resultado de esta actividad se encuentra que para los estudiantes el término sustancia es muy impreciso; para unos es todo el material que sea líquido, lo que no sea líquido no es sustancia; para otros sustancia son todos los materiales naturales, lo que es sintético no es sustancia; para otros todos los materiales son sustancias.

Como se aprecia en esta actividad los alumnos no tienen claro lo que es una sustancia desde el punto de vista de los científicos.

Es importante que el profesor oriente la discusión de tal manera que los alumnos sean conscientes de la controversia. Dado que la Química estudia las sustancias se les plantea la necesidad de buscar información que permita aclarar la duda surgida ¿Qué es una sustancia?

REESTRUCTURACIÓN

El propósito de esta etapa es iniciar el aprendizaje del concepto de sustancia desde el punto de vista científico, y para ello será necesario el uso de actividades que permitan modificar, ampliar o sustituir el concepto previo por una perspectiva más científica

Se pretende realizar una serie de actividades con el fin de que los alumnos construyan el concepto de sustancia pura. Esto se llevará a cabo a través de varias formulaciones sucesivas, tomando como punto de partida el concepto de sustancia que utilizan los alumnos como material con algún rasgo de cualquier tipo peculiar (perceptivo, de uso, etc). Posteriormente se introducirá el concepto de propiedad característica y por último el concepto de sustancia pura

Actividad 1

° Se inicia con una recapitulación de lo acontecido y discutido en la sesión anterior, se retoma la pregunta central del trabajo ¿Qué es una sustancia? y se procede a un intercambio de la información

° Los alumnos presentan en carteles la información encontrada y la exponen Procurando que en este intercambio sean capaces de reconocer las ideas de los demás y examinar las propias. Llegan a conclusiones en las que se espera incorporen aspectos de la nueva información

° Se enfrentan nuevamente a la situación problemática anterior (separar a la derecha cuáles de los materiales que están sobre su mesa serían sustancias), procurando hacer uso de la información y conclusiones obtenidas hasta el momento.

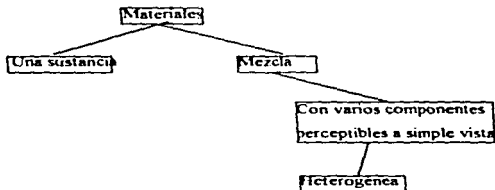
Comentarios

En este segundo intento se aprovecha la situación para iniciar su representación en un mapa conceptual. Generalmente los alumnos llegan a las siguientes conclusiones.

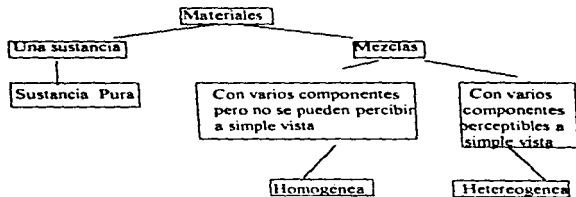
a) Todos los materiales son una sustancia o mezclas de sustancias. Los alumnos representan esta idea de esta manera:



b) Algunos materiales son mezclas ya que es visible la presencia de varios componentes (heterogéneas). Lo representan de la siguiente forma:



c) Con otros materiales se tiene la duda de que sea una sola sustancia o varias, ya que a simple vista se aprecia un solo componente (homogénea). Su representación es:



Se solicita que con ayuda de este mapa conceptual se regrese a la tarea de clasificar los materiales que están sobre su mesa en:

1º Mezclas y sustancias

2º Sustancias puras, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.

Comentario

Los alumnos tienen dificultades para diferenciar a las sustancias puras de las mezclas homogéneas y entonces surge la pregunta ¿Cómo saber si se trata de una sola sustancia o varias ?

Se propone reflexionar la tarea.

La discusión que se provoca en los grupos de trabajo muestra generalmente que se ponen en juego varios conceptos no comprendidos por los estudiantes entre ellos: mezclas (homogéneas y heterogéneas), soluciones, soluto, disolvente, estado de la materia, sustancia, compuestos, elementos.

Dado que el aprendizaje por construcción plantea el trabajo de campos conceptuales resulta indispensable poner en juego todo este marco, aunque se subraya el trabajo con el concepto de sustancia, ya que no se trata de la evolución de un sólo concepto, sino de toda una estructura subyacente (Driver 1989, Valdez 1996).

Actividad 2

Construcción de nuevas ideas: Propiedades Características

Generación de Conflicto Conceptual acerca de la idea de sustancia.

Pregunta generadora

¿Cómo saber si se trata de una sola sustancia o varias?

Situación Problema

Se plantea a los alumnos dos problemas teórico experimentales; la identificación de seis líquidos y ocho sólidos. La mayoría de los líquidos y sólidos los identifican fácilmente, sin embargo llegan a tener dificultades en uno o dos de ellos.

Esto se hace con el objetivo de que a pesar de que los alumnos fácilmente distinguen a la mayoría de los materiales, se procura tengan dudas y se confundan en algunos de ellos, con el fin de plantearse la necesidad de utilizar o emplear otro tipo de

propiedades para su identificación. De esta manera se formula el concepto de propiedad característica como criterio para identificar a las sustancias, estableciéndose posteriormente el concepto de sustancia pura como "aquella clase de materia con propiedades características definidas"

Primer Problema

La primera actividad se lleva a cabo con seis frascos conteniendo seis líquidos numerados del modo siguiente

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1.....agua con alcohol | 4.....alcohol de 96° |
| 2.....agua con sal | 5.....aceite |
| 3.....agua destilada | 6.....alcohol isopropilico |

El problema planteado es:

Se te han proporcionado seis líquidos diferentes, numerados del 1 al 6, sin nombre. Sabiendo que entre los seis líquidos están agua destilada, agua con alcohol, agua con sal, aceite, alcohol isopropilico y alcohol de 96°, mediante la vista y el olfato

- ¿Qué líquidos pueden identificar?
- ¿Cuáles les parecen iguales y cómo se podrían identificar?

Una vez contestados los incisos a) y b), resolver las siguientes preguntas:

- Suponiendo que no pueden oler ni probar ¿Cómo distinguirían los líquidos?

- 1 y 4.....
- 2 y 3.....
- 4 y 6.....

Comentarios

En relación a la actividad correspondiente al inciso (a), es posible que identifiquen casi todos los líquidos excepto el 2 (agua con sal) y el 3 (agua destilada). Esto da pauta a que el grupo reflexione sobre algunas propiedades que las diferencien.

En relación al inciso (b), los líquidos 2 y 3 generalmente les parecen iguales. Con base en esto, los alumnos pueden proponer probar los líquidos con el fin de diferenciarlos. Se les dice que no es conveniente porque podrían ser tóxicas y que esto es una norma de uso común entre científicos. Es un momento oportuno para reflexionar grupalmente sobre posibles criterios a aplicar para lograr diferenciar las sustancias, así como, lograr separarlas.

En relación al inciso c), los alumnos coinciden en que: el frasco 1 (agua con alcohol) y el frasco 4 (alcohol de 96°) es fácil identificarlos por su olor. La mayoría señala que el frasco 4 tiene un olor más intenso en comparación con el frasco 1. Se les sugiere aplicar otro criterio en lugar del olor para su identificación, dado que así lo solicita el problema (sin oler ni probar). Algunos de los criterios que el grupo propone para distinguir las sustancias son: punto de ebullición y flammabilidad. Se aclara a qué se refiere cada uno y cómo se llevará a efecto. De esta manera se está incorporando al estudiante al concepto de propiedad característica.

Posteriormente los alumnos determinan experimentalmente los puntos de ebullición de 1 y 4, así como su respectiva flammabilidad, distinguiendo de esta manera el alcohol de 96° del agua con alcohol.

Para 2 y 3 (agua con sal, agua destilada), La comparación entre estos dos líquidos resulta a los estudiantes más difícil de diferenciar. Con este ejercicio se pretende que los alumnos perciban la necesidad de buscar otro tipo de propiedades, entre ellas la densidad. Generalmente los estudiantes ya hablan de un punto de ebullición de acuerdo a su experiencia en la actividad anterior. Algunos de ellos llegan a mencionar que se distinguirán las muestras evaporando los líquidos.

Se realiza la determinación del punto de ebullición de agua destilada frasco (3) y del agua con sal frasco (2), efectuándose también una destilación, como un ejemplo de un método de separación. Se analiza la diferencia entre el punto de ebullición de una y otra muestra. Se procura que los alumnos perciban la necesidad de tener sustancias puras para determinar sus propiedades características.

Posteriormente se calientan ambas muestras con el fin de evaporar cada líquido, como algunos de ellos lo propusieron. De esta manera practican otro método de separación y diferencian el agua destilada del agua con sal. Para algunos alumnos resulta avoroso obtener la sal que originalmente estaba disuelta en el frasco.

Identificación de 4 y 6 (alcohol de 96° y alcohol isopropílico). De la misma forma que en el primer caso los alumnos hablan de que ambos líquidos los distinguieron por su olor. Sin embargo algunos alumnos se muestran confundidos, ya que no pueden decidir cuál es el alcohol etílico y cuál el isopropílico. Entonces se les solicita señalen otra forma para identificarlos, dado que se solicita otro criterio para identificarlos. La mayoría de los alumnos señala que de acuerdo a su experiencia en los problemas anteriores, el punto de ebullición es un buen criterio y así expresan que "los puntos de ebullición deben ser diferentes, ya que se trata de dos sustancias distintas"

Como se puede apreciar en esta parte los alumnos ya están asimilando la idea de que las sustancias tienen propiedades que las identifican. Se insiste en aplicar otro criterio, algunos alumnos proponen su solubilidad en agua, se reflexiona en esta propiedad y ejemplifica. Quedando de esta manera incorporada la solubilidad en agua como criterio para distinguir las sustancias.

Generalmente los estudiantes no mencionan la densidad como propiedad característica, aunque puede suceder que alguno de ellos la cite. Para introducirla se realiza un experimento demostrativo:

Actividad 3

“ Una columna de tres colores”, el cual consiste en ir colocando en una probeta o en un recipiente en forma de cilindro diferentes líquidos, cada uno con densidad y color diferente: glicerina (amarillo), alcohol isoamílico (incoloro) y agua (azul) Preguntando a los alumnos ¿A que se deberá que el alcohol isoamílico que se colocó primero en la probeta que los otros líquidos se quede hasta arriba de todos los demás?

Comentario

Después de que se contesta la pregunta, mediante un trabajo de equipo se hace lo posible por generar conclusiones en torno a la densidad como un ejemplo de propiedad característica de las sustancias, resaltando su utilidad para identificarlas.

Posteriormente se plantea la determinación de la densidad del agua, del alcohol de 96° y alcohol isopropílico. Proponiendo que cada equipo utilice diferentes cantidades de cada muestra. Al final se lleva a una puesta en común, señalando que la densidad es una propiedad característica que identifica a las sustancias y que no depende de la cantidad de la muestra.

Actividad 4

Segundo Problema

Ahora la experiencia se realiza con materiales sólidos. Con este trabajo se pretende introducir propiedades características, tales como son: dureza, punto de fusión y conductividad.

Los materiales a utilizar son:

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| 1.....Yeso | 5.....Sal común |
| 2.....Mármol | 6..... Bicarbonato de sodio |
| 3.....Parafina | 7.....Fierro |
| 4..... Azúcar | 8..... Cobre |

Se les plantea el siguiente problema:

Se te han proporcionado ocho sólidos en recipientes enumerados, sin nombre. Sabiendo que entre los sólidos están mármol, parafina, sal de mesa, yeso, azúcar, cobre, bicarbonato de sodio, fierro

- a) ¿Podrían distinguir cada uno?
 b) Escriban algunas características de cada uno

Una vez contestadas (a) y (b) resolver las siguientes preguntas:

c) ¿Cómo distinguirían?

- 1 y 2
 3 de 1 y 2
 4 y 5

d) Los sólidos 7 y 8 ¿Qué propiedades tienen en común?, ¿qué propiedad característica las podría distinguir?

Comentarios con respecto a estas actividades.

En relación al inciso (a), Generalmente los alumnos distinguen casi a todas los sólidos, llegan a tener problemas con la sal de mesa (5) y con el bicarbonato de sodio (6). Se les señala que una forma de identificar a las sustancias consiste en observar su comportamiento frente a otras sustancias, como puede ser agua, o una sustancia ácida (como por ejemplo el jugo de limón) o una sustancia básica como la sosa (indicando que se debe tener precaución al utilizarla porque quema). Los

alumnas eligen el limón para ver su comportamiento, se percatan de que el sólido 6 hace efervescencia y el 5 no.

Esta efervescencia les recuerda el comportamiento de ciertos refrescos a los cuales se les agrega limón.

Deciden comprobar esto en diferentes muestras de refresco: tetuacán, agua de soda, agua de quina, cocacola, y observan la efervescencia. De esta forma perciben que una sustancia común es estos refrescos puede ser el bicarbonato de sodio. Compran esta sustancia en la farmacia y la llevan al laboratorio. Realizan observaciones más precisas sobre el tipo de polvo, solubilidad en agua, comportamiento frente al limón y lo comparan con la muestra conocida. Se discute si por esta comparación puede concluirse que es bicarbonato de sodio o si son necesarias otras pruebas. Se procura que los alumnos lleguen a concluir que la efervescencia es una propiedad química, que también se utiliza para identificar a las sustancias.

En relación al inciso b). *Se espera que al resolver esta pregunta los estudiantes describan detalladamente el aspecto de los materiales, polvo fino, cristalino, blando, duro, quebradizo etc. se les señala que estas características de los sólidos pueden ayudar a identificar a las sustancias. Los alumnos se preguntan si la forma de los cristales de sal y de azúcar son iguales o pueden diferenciarse por su forma o tamaño. Realizan una observación de estas sustancias al microscopio o con una lupa. Con el fin de enriquecer esta experiencia y se den cuenta de diferentes tipos de cristales, se les proporciona algunas muestras de nifastina, urea, sulfato de magnesio heptahidratado, alumbre. Esta observación fue muy interesante para los alumnos.*

En relación al inciso (c)

Para los materiales 1 y 2 (yeso y mármol), los alumnos se orientan para distinguirlos por sus propiedades relacionadas por su aspecto. Mencionan la dureza del mármol a diferencia del yeso que es un polvo muy fino.

Se les puede sugerir que pongan una pequeña cantidad de cada sólido en diferentes tubos de ensayo. En segunda que añadan un poco de limón a cada sólido, para que vean su diferente comportamiento químico. Mencionan la efervescencia del mármol a diferencia del yeso que no la presenta. De esta manera se insiste que el comportamiento frente a una sustancia es una propiedad química.

Para las muestras 3 y 1 (parafina y yeso), nuevamente los estudiantes los distinguen por características relacionadas con su aspecto, como dureza. No tienen dificultad para identificar tanto la parafina y el yeso como la parafina y el mármol por su aspecto. Sin embargo se les pregunta que otra propiedad se puede utilizar para identificar; se habla de que la parafina por el calentamiento se "derrite", otros alumnos opinan que la parafina se funde rápidamente. Posteriormente se determina el punto de fusión de la parafina. De esta forma se introduce otra propiedad característica para identificar a las sustancias, como es en este caso: Punto de fusión.

Muestras 4 y 5 (azúcar y sal de mesa), para distinguir la sal del azúcar, proponen probar las sustancias, se les indica nuevamente que no es conveniente, que busquen otras formas. Los alumnos opinan o el profesor puede sugerirles que los calienten. De esta forma se está introduciendo una propiedad química para diferenciarlos: su comportamiento frente al calor.

Se aprovecha el momento para mostrar a los estudiantes cómo algunas sustancias colorean la flama, señalándoles que también se puede utilizar para identificar sustancias. Se habla también una aplicación de esta propiedad en la pirotecnia.

En relación al inciso d), para distinguir al hierro del cobre inicialmente se habla de su diferente color, densidad, punto de fusión, de que son metales, conductores del calor y la electricidad, maleables y dúctiles. Algunos estudiantes señalan que el hierro se oxida fácilmente en cambio el cobre no. Se les indica que la oxidación es otra propiedad química que se puede emplear para diferenciar a las sustancias.

Posteriormente se determina la densidad del hierro y del cobre, así como la conductividad de éstos.

Se hace una recapitulación final mediante aportaciones y comentarios del profesor y de los alumnos sobre las propiedades características de las sustancias, señalando que es muy difícil tener sustancias puras, como por ejemplo el agua. Por lo que es necesario la separación de mezclas, dado que la mayoría de los materiales que hay en la naturaleza son mezclas

APLICACIÓN

El propósito de esta etapa es reforzar el concepto de sustancia pura, para que se pueda utilizar en otras situaciones

Se plantean los siguientes problemas:

- 1) Cuando hablamos de agua químicamente pura ¿ A qué nos estamos refiriendo?
- 2) ¿ Cómo se puede obtener agua pura de una muestra de agua sucia?
- 3) ¿ Qué actividades se pueden hacer para saber si el agua tratada en el ejercicio anterior es una sustancia pura?.

Comentarios

En relación al problema 1 , después de todas las actividades realizadas anteriormente la mayoría de los alumnos contestan adecuadamente. Esto es, que el

agua es una sustancia pura cuando no contienen ningún otro componente disuelto o no disuelto.

En relación al problema...2.4 los alumnos buscan información sobre el problema planteado. Se sugiere la lectura del artículo "Purificación natural del agua" (Chamizo, et al. 1996), cuadro 4. Posteriormente se les solicita que escriban por equipo su propuesta de procedimiento para purificar agua. Cada equipo expone brevemente sus decisiones y se llega a un acuerdo grupal para proceder.

Procedimiento decidido por el grupo:

- *De una muestra de agua sucia registrar y observar detenidamente propiedades como: color, transparencia, olor, presencia de sólidos y grasas.*

Eliminación de aceite

- *Vaciar un poco de la muestra de agua sucia a un embudo al que se le ha añadido un pedazo de manguera de hule y se aprieta con unas pinzas. Se deja reposar hasta que se formen dos capas de líquido.*
- *Abrir cuidadosamente las pinzas para que salga la capa inferior, recibiendo el líquido en un recipiente de plástico.*
- *Se pone en otro recipiente el líquido que permanece en el embudo.*
- *Se guarda el líquido que está en el embudo para el siguiente paso.*

• *Filtración con arena*

- *Hacer perforaciones a un vaso desechable.*
- *Colocar en el vaso una capa de grava (2 cm), después de una arena (2 cm) y termina con una de grava (1 cm).*
- *Vaciar lentamente en el vaso la muestra de agua que estaba en el embudo, recibiendo el líquido filtrado en un recipiente limpio.*
- *Observar las propiedades del agua filtrada y guardarla para la siguiente etapa.*

Filtración con carbón vegetal

- En un recipiente de plástico colocar una cucharadita de carbón vegetal.
- Añadir el agua al recipiente con el carbón y agitar la mezcla. Vaciar esta mezcla en un embudo con papel filtro. Filtrar nuevamente con otro papel filtro si el agua queda turbia.
- Observar y anotar las propiedades del agua.

Destilación

- En un tubo de ensayo provisto de un tapón bitoradado con un termómetro y un tubo de desprendimiento, colocar la muestra de agua filtrada de la etapa anterior
- Calentar la muestra y anotar la temperatura cada medio minuto. Recibir el agua destilada en un recipiente limpio que está dentro de un baño de agua fría.
- Hacer una gráfica de temperatura contra tiempo. Señalar en la gráfica el punto de ebullición del agua.
- Observar las propiedades del agua destilada, como: olor, color, transparencia, presencia de sólidos y grasa.

Purificación natural del agua

¿Por qué si la naturaleza recicla, reutiliza y limpia el agua, no podemos hacerlo nosotros?

El agua es un recurso natural que, dentro de ciertos límites se renueva constantemente. El ciclo hidrológico, o ciclo del agua, incluye una serie de mecanismos que permiten la eliminación de sustancias nocivas.

El resultado de la destilación natural (evaporación y condensación) es la lluvia, agua potable con tan sólo trazas de impurezas no volátiles y algunos gases del aire disueltos.

En los polos, o cerca de ellos, la cristalización del hielo de agua de mar forma los icebergs de agua potable. La aereación del agua que fluye por los rápidos y se precipita por las cascadas, permite la separación de sustancias volátiles de depósitos minerales que se habían disuelto previamente.

En las corrientes tranquilas, así como en los cuerpos de agua sin fuertes corrientes, ocurre la sedimentación de partículas sólidas. El filtrado a través de rocas porosas, arenas y gravas, permite la separación de partículas en suspensión.

La materia orgánica biodegradable, tejidos de plantas y animales, así como sus desechos, se transforman químicamente por medio de procesos de oxidación en sustancias simples, comunes en el medio. Por último, las sustancias que en altas concentraciones resultan tóxicas, diluidas en grandes cantidades de agua no causan situaciones problemáticas.

Tratamientos para potabilizar el agua

Ante la creciente demanda de agua potable para consumo humano y otras actividades, se han desarrollado métodos de limpieza y potabilización de agua para su reutilización.

La primera forma, o tratamiento primario, consiste en permitir el asentamiento de partículas suspendidas y su posterior filtrado a través de grava y arena, en donde quedan detenidas partículas sólidas. Sin embargo, este procedimiento no es suficiente para eliminar materiales disueltos o microorganismos patógenos.

El tratamiento con agentes oxidantes, como el cloro (contenido en el conocido hipoclorito de sodio), elimina bacterias, protozoos y algunos virus que se encuentran en el líquido. Para separar sustancias químicas disueltas, sobre todo materia orgánica clorada (que se piensa que son precursores de cáncer), se provoca su coagulación y filtrado durante su tratamiento primario.

El tratamiento secundario se basa en la antigua forma de reciclamiento de agua a través de fosas sépticas, y actúa sólo sobre el material que no se asienta o que no es detenido por filtros. El agua contaminada se introduce en estanques, fuertemente oxigenados por aereación, que contienen bacterias y protozoos que ingieren y transforman materia orgánica soluble, en compuestos que pueden sedimentarse, y que posteriormente se filtran.

Los tratamientos primarios y secundarios no eliminan sales de iones metálicos disueltos (algunos venenosos), o pequeñas cantidades de compuestos de carbono. Estas sustancias se extraen por los métodos que constituyen el tratamiento terciario. Este consiste en el filtrado a través de gránulos de carbón activado, el cual absorbe la mayor parte de compuestos que provocan malos olores.

cuadro 4

En relación al problema 3

3) *La mayoría de los alumnos proponen determinar propiedades características tales como:*

- punto de ebullición
- densidad
- su gran poder disolvente
- su pH
- su capacidad calorífica

- su no conductividad eléctrica.

Comentarios

La mayoría de los alumnos quedaron satisfechos con los resultados de esta experiencia. Lo explicitan tanto en los reportes de la experiencia, como en el entusiasmo que presentaron durante la realización de ésta y de todas las actividades llevadas a cabo en el módulo I.

Algunas expresiones de lo alumnos son:

"Llegamos a la conclusión que para obtener agua pura se tienen que realizar varios procedimientos"

"El agua quedó casi 100% pura, ya que se comprobó con las diferentes propiedades que tiene como: su densidad, punto de ebullición, no conduce la corriente eléctrica, su gran poder disolvente, transparencia, olor, color"

REVISIÓN

Concientizar a los alumnos del cambio de ideas y familiarizarlos con el proceso de aprendizaje

Se elabora un trabajo de cierre

-Mediante una lectura, cuestionario y comentarios del artículo " El Agua un Compuesto Rebelde" (Time Life 1979), cuadro 5, se trabaja sobre las propiedades características del agua, como un ejemplo de sustancia

-Se lleva a clase ejemplares o copias de diccionarios químicos invitando a los alumnos a que busquen información sobre las propiedades características de tres sustancias que se hayan trabajado en clase

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

-Se realiza una puesta en común de lo que encontraron en la actividad anterior.

-Se genera conciencia del cambio conceptual que se ha venido "dando" acerca de lo que se entiende por sustancia Recordando lo que respondieron en el problema inicial y lo que ahora saben sobre ese concepto

- Se lleva a cabo una síntesis final, mediante la intervención del profesor y aportaciones de los alumnos, estableciéndose las ideas principales

Las sustancias pueden distinguirse por un conjunto de propiedades características

Una sustancia es pura cuando posee determinados valores para esas propiedades características.

EL AGUA, UN COMPUESTO REBELDE

A pesar de ser tan común el agua es extraordinaria. Está en todas partes. Adoptando la forma de océanos, campos de hielo, lagos y ríos, cubre cerca de las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra, conjuntamente, estas extensiones contienen más de 1350 millones de kilómetros cúbicos de agua. Y por debajo de la superficie, filtrándose por suelos y rocas, hay unos ocho millones más de kilómetros cúbicos de agua subterráneas. En la atmósfera terrestre existen otros 12 500 kilómetros cúbicos de agua, casi toda ella en forma de vapor.

Esta abundancia de agua ya existía cuando se formó la tierra, y la mayoría de los hombres de ciencia creen que la vida se originó en los primitivos océanos del planeta. El agua sigue sustentando todas las formas de vida, algunos organismos de gran simplicidad pueden existir sin aire, pero ninguno puede desarrollarse sin agua. Ha dado origen a grandes civilizaciones y, a veces, también fue la causa de su destrucción. En el transcurso de cientos de millones de años ha sido uno de los principales agentes en la estructuración y reestructuración de la superficie terrestre. Congelada en serpenteantes glaciares esculpe el paisaje formando vastas depresiones y labrando los techos de los lagos, cambiando el curso de los ríos y arrastrando tierra y rocas a lo largo de increíbles distancias. Como lluvia que cae o como río que corre, nivela enormes montañas, crea extensos valles y abruptos cañones, acabando por desmoronar hasta las más duras rocas. Como furiosa marejada o como suave onda que besa la playa, roe sin interrupción los litorales, transformando el perfil de las islas y los continentes. Determina el clima, forma el suelo que sustenta siembras y bosques y, como vapor o fuerza hidroeléctrica, mueve las máquinas de la técnica moderna.

Como sustancia, el agua es inodora, incolora e insípida. Y, sin embargo, desempeña un papel muy poco común en los asuntos del mundo. Como sustancia química, es única: es un compuesto de gran estabilidad, solvente notable y poderosa fuente de energía química.

Toma algo de casi todas las sustancias orgánicas, pero es poderosamente atraída por casi todos los materiales inorgánicos, incluso ella misma. A decir verdad, sus moléculas se adhieren unas a otras con más tenacidad que las de ciertos metales. Cuando la congelación la convierte en un sólido, se dilata en vez de contraerse, como ocurre con casi todas las demás sustancias, y el sólido, menos denso, flota en el líquido, que resulta más denso, lo cual tiene las más sorprendentes consecuencias. Es capaz de absorber e irradiar más calor que la mayoría de las sustancias comunes. En lo que respecta a muchas de las propiedades físicas y químicas - como las temperaturas a que se congela y hierve - el agua es una rareza, la excepción de la regla.

Todas las rarezas del agua derivan de su estructura molecular. La combinación de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O) forma una molécula de resistencia sorprendente.

Si el agua se comportara como el resto de los líquidos, muy pronto desaparecería de la Tierra toda forma de vida, pues el agua quedaría inevitablemente congelada para siempre en los lechos de los mares, lagos y ríos. Pero tal y como están las cosas, el hielo que se forma al llegar el invierno flota en la superficie de las aguas, formando una capa aislante protectora que impide que se congelen las aguas más profundas. Si el hielo fuera más pesado que el agua, se iría al fondo, y allí se iría acumulando. Antes de mucho tiempo, los lagos y mares árticos, que hoy están cubiertos apenas por una capa superficial de hielo, se solidificarían, dejando quizá delgadas capas de agua en la superficie, donde se fundiría el hielo en las épocas de calor.

Uno de los resultados más espectaculares que ocurrirían en tales circunstancias sería el de que se producirían cambios radicales en el clima del mundo. Y es que el clima de nuestro planeta se dulcifica gracias a la capacidad del agua para absorber y acumular el calor del sol, que luego deja escapar lentamente.

cuadro 5

Cuestionario

¿Por qué es importante el agua?

¿Por qué se dice que el agua es una sustancia?

¿Qué propiedades tiene el agua?

¿Cuáles son los beneficios que aporta al hombre el que el agua no se comporte como el resto de los líquidos?

b) MÓDULO II

ESTABLECIMIENTO DEL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA COMO LA FORMACIÓN DE UNA NUEVA SUSTANCIA

En esta segunda parte de la propuesta educativa, se plantea desarrollar el concepto de reacción entendida esta como un proceso de interacción entre dos o más sustancias que llevan a la formación de otras con propiedades características nuevas

Se inicia a partir de los logros obtenidos en el concepto de sustancia pura, clasificación de la materia, propiedades características y formas de determinación de estas últimas

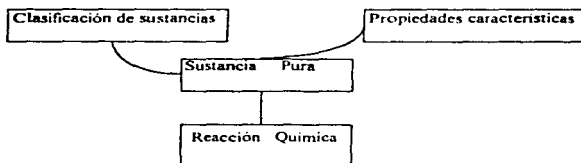


figura. 3

El desarrollo de los contenidos es concebido como un campo de conceptos a trabajar, de manera estructurada, a través de actividades de aprendizaje que siguen el esquema conceptual expresado en figura 3 (Llorens 1991)

La finalidad que se pretende en este segundo módulo de actividades es ayudar al alumno a que abandone su concepción de conservación de sustancias durante la reacción química y asimismo, se percate de que la sustancia(s) resultante (s) cambia (n) de propiedades características con respecto a las antecedentes (reactivos)

Lo que implica generar una situación problematizadora de los saberes previos y que sea introductoria al concepto de reacción química

Esta situación orientadora contiene preguntas generadoras de conflicto que permiten la expresión de las ideas y concepciones de los alumnos, la creación de espacios para discusión de ideas, realización de experimentos y manipulación libre en el laboratorio que intenta resolver la controversia y procura una actitud de búsqueda de soluciones, todo ello en un ambiente de confianza para expresar las contradicciones y tomar conciencia de las acciones, pensamientos y expresiones que se llevan a cabo en el grupo escolar

En el desarrollo de la propuesta se explicitan las preguntas que se plantean como generadoras de la situación problemática (preguntas generadoras)

Posteriormente se procederá a la presentación y realización de una secuencia de experimentos, en los cuales se manifiestan reacciones químicas que para los alumnos resultan inesperadas e impredecibles

Estas reacciones han sido propuestas por De Vos y otros autores (1985), y en ellas tratan de la formación de un polvo amarillo al entrar en contacto dos sustancias blancas molidas en el mortero, sustancias que molidas por separado no presentan ningún cambio de color. El detalle de este trabajo experimental se presenta más adelante con el título " LA FORMACIÓN DE UN POLVO AMARILLO "

Una segunda actividad experimental busca que el estudiante elabore explicaciones respecto a la formación de una nueva sustancia. Las hipótesis intentarán explicar la formación de una banda amarilla en el centro de una caja de plástico con agua, al estar en contacto dos sustancias colocadas en polos opuestos de la caja. Además de las explicaciones con respecto a la reacción química, será la oportunidad para discutir aspectos tales, como si las sustancias se desplazan por sí mismas o por atracción. También será la oportunidad para preguntar si esa banda amarilla es una nueva sustancia y que elaboren diseños para probar esto. Esta actividad se detalla

posteriormente con el título "LA PRECIPITACIÓN COMO UN FENOMENO QUÍMICO".

ORIENTACIÓN

Propósito propiciar un ambiente adecuado para incrementar el interés hacia el estudio de la reacción química.

Actividad 1

Con la finalidad de generar el interés de los estudiantes hacia el estudio de la reacción química se realiza una lectura y reflexión sobre un artículo denominado "La química dental" (Zumdahl, 1992), cuadro 6

"La química dental"

Si la química dental continua progresando a su velocidad actual, las caries pronto serán una cosa del pasado. Las caries son huecos que se producen en el esmalte dental que está compuesto por el mineral hidroxipatita $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{OH}$. Estudios recientes han demostrado que el mineral dental se disuelve y se vuelve a formar de manera constante en la saliva que se encuentra en la superficie del diente. La desmineralización (disolución del esmalte dental) es provocada principalmente por ácidos en la saliva, que forman las bacterias, al digerir los alimentos.

En las primeras etapas de la caries dental, partes de la superficie del diente se hacen porosas y esponjosas y desarrollan huecos similares a los del queso suizo que, si se dejan sin tratamiento, se transforman tarde o temprano en caries. Sin embargo, resultados recientes indican que si el diente afectado se baña en una solución que contenga cantidades adecuadas de Ca^{2+} , PO_4^{3-} , y F^{-1} , se puede remineralizar. En este proceso el F^{-1} sustituye parte del OH^{-1} presente en el mineral original del diente. Es decir parte del $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{OH}$ se transforma en $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{F}$. El área remineralizada es más resistente a la caries en el futuro porque el mineral fluorado es menos soluble que el esmalte dental original. Además se ha demostrado que la presencia de Sr^{2+} en el líquido remineralizante aumenta en forma significativa la resistencia a la caries.

Si estos resultados resisten estudios posteriores, el trabajo de los dentistas cambiará en forma drástica. Estará dedicando más bien en prevenir los males dentales que a reparar daños ya producidos. Probablemente se emplee un enjuague remineralizante que repare el esmalte dental de áreas problemáticas antes de que se conviertan en caries. Los taladros dentales quedarán descartados como anacronismos médicos junto con las sanguijuelas (¿ y los pacientes los extrañarán muy poco!)

Cuadro 6

Después de la lectura, los estudiantes resuelven un cuestionario para posteriormente realizar una reflexión y comentarios sobre la importancia de estudiar a las reacciones químicas, indicando a los estudiantes que el siguiente bloque de actividades estan encaminadas a iniciar el estudio de la reaccion química

Las preguntas planteadas son

- 1) De acuerdo a la lectura ¿Qué son las caries?
- 2) ¿De qué está compuesto el esmalte dental?
- 3) ¿En que consiste el fenómeno natural que se presenta en el esmalte de los dientes?
- 4) ¿Como se llama el proceso descrito en la pregunta anterior?
- 5) ¿Cuál es la causa principal de la desmineralización?
- 6) ¿Qué le sucede a la superficie del diente en las primeras etapas de la caries?
- 7) ¿Cómo se puede remineralizar el diente de acuerdo a estudios recientes?
- 8) ¿Qué sucede en este proceso?
- 9) ¿En que se transforma parte de la hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) en presencia de iones Ca^{2+} , PO_4^{3-} , F^{-} ?
- 10) La hidroxiapatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$) y la sustancia en que se transforma ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) ¿Serán dos sustancias diferentes?
- 11) ¿A qué se debe que el área remineralizada sea mas resistente a las caries?
- 12) ¿La transformación del $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ a $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$ es un ejemplo de?

EXPLICITACIÓN DE IDEAS

Propósito: tratar que tanto los profesores como los alumnos tomen en cuenta las ideas previas.

Actividad 2

Generación de Conflicto Conceptual respecto a la conservación de las sustancias, durante una reacción química.

Pregunta generadora

¿Qué les sucede a las sustancias cuando se lleva a cabo una reacción química?

Situación Problema

Aprovechando la lectura en la que se hizo mención de la importancia del conocimiento de las reacciones químicas para beneficio del ser humano. Se plantea la necesidad de su estudio.

Con el propósito de conocer las ideas que tienen los alumnos con respecto a la conservación de las sustancias cuando se ha llevado a cabo una reacción química. Los alumnos observan cuidadosamente y explicitan sus ideas con respecto a lo que le sucede a el cobre y al magnesio cuando se calientan en la flama del mechero, así como la reacción entre el cobre y el ácido nítrico.

De las tres experiencias una es demostrativa (reacción del cobre con ácido nítrico) y la otras dos son realizadas por los alumnos (calentamiento de dos metales a la flama).

Se desea que a través de esta actividad el alumno compare sus opiniones con las de los demás compañeros, y ésto de lugar al surgimiento de un conflicto.

Material

Para el profesor:

- una lámina de cobre
- 10 mL de ácido nítrico concentrado
- un matrás Erlenmeyer de 250 mL.

Para cada equipo de 4 ó 5 alumnos:

- una pinza para crisol
- una pinza para tubo de ensayo
- un mechero bunsen
- unas gafas oscuras

Desarrollo de las experiencias

Se trabaja con equipos de 4 ó 5 alumnos. Inicialmente los alumnos describen algunas propiedades del cobre y del magnesio (color, aspecto, dureza, maleabilidad), anotándolos en su cuaderno.

A continuación se indica a los alumnos que calienten a la flama del mechero cada metal y observen detenidamente que sucede.

Se plantean las siguientes preguntas

¿Qué le sucede al cobre cuando se calienta?

¿Sufrirá algún cambio el magnesio cuando se calienta?

Cada equipo anota sus ideas en una hoja y posteriormente la comunican al grupo. Se registran las ideas de cada equipo en el pizarrón, llevándose a cabo una discusión con respecto a los diferentes puntos de vista.

[Experiencia demostrativa

El profesor muestra a los alumnos una lámina de cobre, señalando que describan sus propiedades y las registren en su cuaderno. Posteriormente coloca la lámina de cobre en un tubo de ensayo, enseguida añade 5mL. de ácido nítrico concentrado (Precaución), señalando a los estudiantes que observen y anoten lo sucedido.

Se plantea la siguiente pregunta. ¿Qué le sucede al cobre cuando se le añade ácido nítrico?

Una vez resuelta la pregunta los alumnos explicitan sus ideas, realizándose una pequeña discusión.

Comentario

Como resultado de la primera experiencia y pretendiendo encontrar una respuesta a la pregunta ¿Qué le sucede al cobre cuando se calienta?, se encuentra que la mayoría de los jóvenes consideran que durante el proceso de calentamiento no cambió la identidad de la sustancia, como ejemplo se escuchan las siguientes expresiones:

“ El pedazo de cobre no cambió al someterlo al fuego”

“ La lámina de cobre desprende una luz verde, luego roja y no sufre cambio alguno”

“ Al calentarlo no le pasó nada, sólo se tizó”

“ La laminita se hizo más delgada, pesaba menos después de limpiar el tizne, pero seguía siendo maleable, entonces no cambió ”

Comentario

Sólo esporádicamente algún alumno piensa lo contrario y lo relaciona con la formación de otro compuesto. Por ejemplo, entre las expresiones generadas en el grupo podemos apreciar las siguientes:

“No es tizne el polvo negro que quedó sobre la lámina de cobre, yo creo que es óxido”

“La lámina de cobre con el fuego formó una capa negra de óxido de cobre, fué un cambio químico”.

Algunos de ellos lo llegan a identificar como cambio químico, pero aclaran que se trata de la misma sustancia, por ejemplo entre las expresiones generadas en el grupo podemos apreciar la siguiente:

“Es un elemento que al calentarlo sufrió un cambio químico, se puso negro, pero no le pasó nada, sólo se tizó”

Comentario

Las expresiones de los estudiantes rebelan una inconsistencia entre lo que se percibe y la concepción que ellos tienen de que las sustancias se conservan.

En el caso del magnesio es muy similar, aprecian el cambio químico pero subrayan la conservación de la sustancia. Y así podemos escuchar expresiones como:

“Cuando se prendió se observó una luz brillante que luego desapareció y quedó el metal blanco”

“La ceniza formada sigue siendo el magnesio porque éste no se mezcla con otra sustancia”

“La ceniza sigue siendo el magnesio de un principio sólo cambió de aspecto, fué un cambio químico”

Muy pocos tienen ideas que rebelan la no conservación del magnesio, como por ejemplo:

“La ceniza obtenida es una nueva sustancia distinta al magnesio que estaba al principio”

“La ceniza obtenida es una sustancia distinta al magnesio”

Algunas ideas expresadas con respecto a la pregunta ¿Qué le sucedió al cobre cuando se le añade ácido nítrico?:

“El cobre se disolvió en el ácido”

“El cobre se quedó en el ácido disuelto”

“Se deshizo el cobre en el ácido”

“El cobre está en la disolución, si evaporamos volvemos a tener cobre”

Comentario

Nuevamente los alumnos expresan la idea de que la sustancia se conserva. Una opinión esporádica es:

“Se unió el cobre con el ácido y salieron gases diferentes”.

Comentario

En esta discusión se insiste en que hay opiniones diferentes respecto a si hubo o no cambio en las sustancias. Esta polémica se lleva a cabo tratando de que los alumnos sean conscientes de la controversia, de tal manera que ellos mismos propongan la necesidad de buscar la solución al problema y se busquen información, realizando experimentos, etc.

El problema a solucionar es

Cuando se lleva a cabo una reacción química, ¿la sustancia que había en un principio será la misma que queda al final de la reacción, o se formará una nueva sustancia?

REESTRUCTURACIÓN

Propósito: Que a través de las siguientes actividades, los alumnos perciban a las reacciones químicas como procesos en los cuales ciertas sustancias se convierten en otras.

Actividad 3

Se hace una recapitulación de lo acontecido en las sesiones anteriores, señalando la necesidad de trabajar sobre la solución al problema generado en dichas sesiones. Por tal motivo se van a realizar una serie de experiencias.

Pregunta generadora:

¿Cuando se lleva a cabo una reacción química, la sustancia que había en un principio, será la misma que queda después de haberse desarrollado la reacción, o será una sustancia diferente?

Situación Problema

Las actividades planteadas para reestructurar ideas son :

3.1.- Lectura, cuestionario y discusión sobre el artículo titulado "Las reacciones químicas"

3.2.-Realización de tres actividades experimentales:

3.2.1- Experiencias previas donde no se formen nuevas sustancias

- a) El polvo blanco

3.2.2 Experiencias, donde se forman nuevas sustancias

- a) La formación de un polvo amarillo
b) La precipitación como un fenómeno químico

3.3.-Recapitulación

Desarrollo de las Actividades

3.1.- Lectura, resolución de un cuestionario, comentarios y discusión del artículo: "Las reacciones químicas" (Dickson, 1980., Zumdahl, 1992), cuadro 7.

"Las reacciones químicas"

Algunas veces, al mezclar las sustancias, ocurren procesos mediante los cuales las sustancias originales se convierten en otras nuevas. Tales procesos se llaman reacciones químicas y son de gran interés en el estudio de la Química, éstas ocurren en y alrededor de nosotros, todo el tiempo ¡Enciende un cerillo! El cerillo está recubierto en la punta con ciertos productos químicos de manera que al frotarlos contra la superficie de encendido, ocurre una reacción química. Esta reacción es lo suficientemente violenta para calentar el papel, de modo que reacciona químicamente con el oxígeno del aire. Una vez que empieza la reacción, ésta continúa hasta que todo el papel reacciona o apagamos la llama. Incidentalmente, una de las ventajas obvias de esta reacción es que libera energía calorífica. Conforme el cerillo se quema, se convierte en otras sustancias, se dice entonces que ha ocurrido una reacción química.

A las sustancias iniciales del proceso se les llama reactivos, y éstas reaccionan químicamente para dar sustancias nuevas llamadas productos. En la vida diaria ocurren infinidad de reacciones químicas, pero, ¿cómo detectar que ha ocurrido una reacción química?

Para detectar la ocurrencia de una reacción, debe ocurrir algún cambio observable. Una reacción puede producir un sólido insoluble que se separará de la solución (precipitará). Puede formarse un gas, algún cambio de color, se produce calor, flama o ambos, o bien se absorbe calor. Las reacciones químicas son parte fundamental de la Química, además de ser parte de nuestra vida, por lo que es necesario su estudio.

cuadro 7

Cuestionario:

- 1.-¿Qué es una reacción química?
- 2.-¿De qué está recubierta la punta del cerillo?
- 3.-¿Qué sucede cuando se frota el cerillo contra la superficie de encendido?
- 4.-¿Qué es lo que permite que el papel se caliente?
- 5.-¿Con quién reacciona el papel cuando está encendido?
- 6.-¿En qué se convierte el cerillo cuando está encendido?
- 7.-¿Cómo se llama el proceso por medio del cual el cerillo se enciende?
- 8.-¿Qué se entiende por reactivos y por productos?
- 9.-¿Qué indicios permiten detectar la ocurrencia de una reacción química?

3.2 -Realización de tres actividades experimentales

Estas actividades tienen como objetivo que los alumnos expliquen las siguientes experiencias, poniendo en juego la información obtenida anteriormente, la cual en apariencia resulta clara.

3.2.1.- Experiencias previas donde no se forman nuevas sustancias.

a) El POLVO BLANCO

Este experimento tiene la finalidad de

- Presentar una situación en donde no se forman sustancias nuevas y que además sirva de contraste con las siguientes experiencias en donde sí ocurren reacciones químicas.

Material para cada equipo:

- 2 morteros
- 2 vidrios de reloj
- 2 espátulas

Desarrollo de la experiencia

Se señala a los alumnos que van a trabajar con dos sólidos blancos, sal y azúcar.

Instrucciones para los alumnos

- Colocar la mitad de cada muestra en su respectivo mortero.
- Moler cada sólido. Observar qué sucede
- Vertir el contenido de un mortero en el otro y molerlos. Observar cuidadosamente lo que sucede.

Comentarios

Los alumnos mencionan que no se forma ninguna sustancia nueva, que nada más se mezclan.

Como ya se había mencionado anteriormente este experimento servirá de contraste con las siguientes experiencias en donde sí se forma una sustancia nueva.

3.2.2- Experiencias donde se forman nuevas sustancias

a) LA FORMACIÓN DE UN POLVO AMARILLO

Esta experiencia tienen el propósito de:

- Causar un choque entre el hecho y la convicción del estudiante (las sustancias se conservan)
- Que los alumnos se percaten y formulen un aspecto esencial de la reacción química: una nueva sustancia se ha formado.

- Se pretende que a través de esta experiencia el alumno perciba que en una reacción química existe una interacción entre unas sustancias llamadas reactivos, dando lugar a la formación de otras sustancias diferentes llamadas productos

Material

- 2 morteros
- 2 vidrios de reloj
- 2 espátulas
- 0.2g aproximadamente de nitrato de plomo ("minio blanco")
- 0.2g aproximadamente de yoduro de potasio ("nido")

Desarrollo de la experiencia

En esta experiencia se utiliza la formación de un polvo amarillo como ejemplo de una reacción química que enfatiza los cambios de una sustancia a otra

En este caso la reacción se lleva a cabo entre el nitrato de plomo y el yoduro de potasio en un mortero. Moliendo estas dos sales blancas, inmediatamente resulta la aparición de un hermoso color amarillo de yoduro de plomo

Uno de los polvos es nitrato de plomo, pero debido a que si se da primero el nombre, tiende a distraer del experimento al estudiante. Se rotula al nitrato de plomo con otro nombre, por ejemplo "minio blanco", y al otro polvo de yoduro de potasio se nombra como "nido"

Instrucciones para los alumnos

- Van a trabajar con dos sólidos blancos denominados por el momento uno de ellos como "minio blanco" y el otro como "nido"
- Observen detenidamente cada sólido, registrando en el cuaderno.
- Colocar 0.1g aproximadamente del polvo "minio blanco" en un mortero y molerlo
- Observar detenidamente lo que suceda

- Repetir las mismas instrucciones con el "nido" en el otro mortero
- Poner la mitad del "minio blanco" y la mitad de la "nido" en un mismo mortero y molerlos. Observando cuidadosamente lo sucedido y registrarlo en su cuaderno

Comentario

Una vez realizada esta operación los estudiantes observan la formación de un color amarillo brillante cuando se muelen los dos polvos. Un ligero movimiento con la mano del mortero produce un brillante color amarillo, que causa expectación y asombro.

Las reacciones de la mayoría de los alumnos muestran que el conflicto entre expectación y observación son una experiencia no sólo intelectual sino que también emocional. Este experimento del polvo amarillo tiene el objetivo de causar un choque entre el hecho y la convicción del estudiante (de que las sustancias se conservan).

El cambio de color inesperado, no será aceptado fácilmente, no está de acuerdo con las ideas de los estudiantes. Algunos de ellos tratan de negar la existencia del color manteniéndose alejados. En ocasiones surge un comentario de algún alumno manifestando que uno de los polvos era amarillo: "La sustancia nido al molerla se hizo más fina y tomo un color amarillo" Este es el motivo por el cual se les dice que usen la mitad de cada polvo, dejando la otra mitad para comparar el color amarillo formado con el color original.

Algunos estudiantes pueden pensar que los pequeños grumos de polvo blanco son como pequeñísimos huevecillos, que se rompen al moler el polvo en el mortero saliendo la "yema" y que a eso se debe ese color. Por ese motivo se les pide a los estudiantes que muelan primero cada polvo separadamente. Un recordatorio de esta actividad (puede ser por algunos de sus compañeros) descartaría esa opinión.

Algunos de ellos tratan de hacer más aceptable los hechos confusos, mencionando que el color amarillo estaba antes que ellos escribieran sus

observaciones. Sin embargo, ellos describen el fenómeno diciendo "esto se volvió amarillo".

Es el momento oportuno para orientar a los alumnos interrogándolos.

La pregunta se hace de una manera casual :

¿ Quién de ustedes puso la sustancia amarilla dentro del mortero ?

Comentario

La pregunta puede producir una confusión general en el grupo, al grado de que los estudiantes se pueden señalar unos a otros casi acusándose " tu fuiste " , " No, yo no lo puse, fuiste tu ".

Desde luego, nadie admitirá haber puesto la sustancia amarilla en el mortero.

Entonces el profesor continuará diciendo

Cuando se les proporcionó el mortero no había sustancia amarilla y ahora si Así que ¿quién la puso?.

La pregunta debe ser oportuna y puede repetirse si es necesario. Entonces repentinamente algún estudiante respaldado por uno o varios compañeros llega a decir :

"Nadie la puso, es algo nuevo, simplemente apareció

Este estudiante se ha percatado y formulado un aspecto esencial de la reacción química; una nueva sustancia ha sido formada. El alumno hizo ésto en respuesta a una pregunta que había sido deliberadamente formulada para presentar

la visión de conservación: si hay un polvo amarillo éste debe haber venido de alguna parte.

Lo importante es que el alumno al dar respuesta de que la sustancia amarilla es nueva abandona su concepción anterior y basa su opinión en una nueva interpretación de sus observaciones.

Este es el mejor resultado posible, dado que esta nueva forma de ver a las sustancias en una reacción química ha surgido del esfuerzo del estudiante por tratar de explicar lo que sucedió. El nombre de reacción química puede ser mencionado por alguno de los alumnos o si no, puede ser sugerido por el profesor.

Posteriormente los alumnos pueden revertir en su lenguaje, la conservación de las sustancias o el uso de expresiones ambiguas, pero cada vez que se recuerde el experimento del polvo amarillo por el profesor o por algún estudiante, ellos aceptarán la posibilidad de una reacción química.

Enseguida se pregunta a los estudiantes ¿ Si la sustancia "nido" puede ser también minio blanco? "

Comentario

Antes de la experiencia los alumnos piensan que es posible, sin embargo después de la formación del polvo amarillo, los alumnos descartan esta posibilidad.

"No porque al molerlos por separado, no dan el polvo amarillo"

"No porque reaccionaron"

"No porque cuando se muelen en el mortero uno es pegajoso y el otro no"

"No porque si fueran lo mismo no se hubiera formado el polvo amarillo".

Comentario

La pregunta anterior inicia una discusión animada entre los alumnos sobre lo que sucedió al estar en contacto los dos polvos. Dando lugar a nuevas interrogantes que revelan su interés por conocer más sobre el "mimo blanco" y el "nido", así como las propiedades del polvo amarillo.

Algunas opiniones surgidas en esta experiencia:

"Se puso amarillo porque el "mimo blanco" y el "nido" se combinaron"

"Pienso que se hizo una reacción química al ponerlos en contacto y se mezclaron los dos, pero siento que el nido es más fuerte que el mimo blanco y es el que da el color amarillo"

"Será también tóxico el polvo amarillo.

"Las propiedades de cada compuesto permiten juntarse y hacerse una mezcla"

b) LA PRECIPITACIÓN COMO UN FENÓMENO QUÍMICO

Esta experiencia tiene el propósito de :

- Que los alumnos construyan la idea de que en una reacción química se forman sustancias nuevas, diferentes a los reactivos,
- Ejemplificar la formación de un precipitado como un indicio de una reacción química.
- Diferenciar los tres fenómenos disolución, difusión y reacción química involucrados en el proceso.
- Desarrollar la capacidad de los alumnos para analizar minuciosamente los resultados experimentales.

Material

Para cada equipo

- una caja de plástico transparente
- 2 vidrios de reloj
- 2 espátulas
- 0.2g de nitrato de plomo("minio blanco")
- 0.2g de yoduro de potasio("nido")
- 5 mL de agua destilada

Desarrollo de la experiencia**Instrucciones para los alumnos**

- Se trabaja en equipos de 4 ó 5 alumnos
- Colocar la caja de plástico sobre una parte fija(puede ser la mesa)
- Poner 10 mL de agua destilada en la caja.
- Señalar con un marcador dos extremos opuestos de la caja "A" y "B", fig 4
- Con una espátula tomar una pequeña cantidad de "minio blanco" y colocarla cuidadosamente dentro del agua en el extremo "A" de la caja. Poniendo mucha atención en lo que sucede
- Colocar con una espátula limpia una pequeña cantidad de la sustancia "nido" en el agua que está en el extremo "B". Observar detalladamente lo que sucede
- Dibujar el arreglo que se forma al cabo de unos minutos, sin tocar la caja

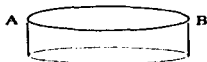


figura 4

Comentarios

Nuevamente para no distraer la atención del estudiante del experimento, el nitrato de plomo se llama por el momento "minio blanco" y el yoduro de potasio "nido".

Después de colocar el "minio blanco" y el "nido" en la caja de plástico los estudiantes van dibujando el arreglo que se está formando, el cual consiste en una línea delgada amarilla a mitad de la caja. Conforme pasa el tiempo ellos observan que la línea crecerá lentamente tanto a lo largo como a lo ancho y después de unos cuantos minutos la caja aparentará estar dividida aproximadamente en dos partes iguales fig 5

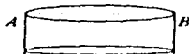


figura 5

La mayoría de los alumnos dibujan una línea más o menos equidistante de los sitios donde el nitrato de plomo y el yoduro de potasio fueron puestos dentro del agua. Como el yoduro de potasio se difunde considerablemente más rápido que el nitrato de plomo, es conveniente que éste sea colocado primero.

Los estudiantes se quedan asombrados por aparición de la línea amarilla y por su expansión gradual. El experimento va seguido por un número de preguntas diseñadas para hacer uso de la curiosidad provocada.

Las preguntas formuladas son las siguientes :

- 1.-¿Qué sucedió ?
- 2.-¿Qué le pasó al "minio blanco" al estar en contacto con el agua?
- 3.-¿Qué le sucedió a la sustancia "nido" cuando se colocó en el agua?
- 4.-¿A qué se debe la formación de la línea amarilla ?

- 5.-¿ La sustancia amarilla será "minio blanco" o será la "nido"?
- 6.-¿ Cómo se podría llamar a la sustancia amarilla?
- 7.-¿ Por qué se formó a la mitad la línea amarilla?
- 8.-¿Será la atracción la causa del movimiento de las sustancias a través del agua?
- 9.- Escriban con sus palabras la reacción efectuada
- 10.- Indiquen cuáles serían los reactivos y cuáles los productos
- 11.-Traten de representar el fenómeno por medio de una ecuación

Comentarios

El cuestionamiento se va formulando conforme se va desarrollando el experimento, es decir cada pregunta va seguida de una discusión en el grupo, lo cual dará lugar a la siguiente pregunta.

A continuación se muestran algunas de las opiniones de los alumnos a el cuestionario anterior.

- 1.-¿Qué sucedió?
"se formó una línea amarilla"
- 2.-¿Que le pasó al minio blanco al estar en contacto con el agua?
"se mezcló"
" se disolvió"
" desapareció"
- 3.-¿Qué sucedió cuando la sustancia "nido" se colocó en el agua?
" se disolvió"
" se mezcló"
- 4.-¿ A qué se debe la formación de la línea amarilla "
-"A que los dos se mezclaron"

" A que los dos polvos se mezclaron y debido a que tienen diferentes propiedades químicas se formó la línea"

"- Porque se unieron, no se mezclaron, estaban los dos blancos, pero cuando se unieron se formó una nueva sustancia de color amarillo y por eso es un nuevo compuesto"

- "Yo pienso que se debe a la unión del minio blanco y el "nido" y al juntarse los dos se forma otra sustancia"

"-Porque son diferentes sustancias y se forma una nueva sustancia"

"- A la reacción de las sustancias"

"- Es la reacción de la unión de dos sustancias"

"- A que sus moléculas se juntaron atrayéndose al centro "

5.- ¿La sustancia amarilla será "minio blanco" o "nido" ?

"- No, porque ya se unieron los dos"

"- No puede ser minio blanco, ni nido, ya que se han mezclado para formar otra sustancia"

"- Ese polvo amarillo es una nueva sustancia"

"- No es ninguna de las dos porque se han revuelto y se ha formado una nueva sustancia"

6.- ¿Cómo se podría nombrar a la sustancia amarilla?

"- Minionido". :

"- Nidominio"

"Amarillonido"

"Nidoblanco"

" Tomando en cuenta que no sabemos las fórmulas químicas de las dos sustancias, sino únicamente su nombre le daremos a la nueva sustancia un nombre con la combinación de los dos nombres, el cual quedará de la siguiente manera: Minio amarillo nido".

Comentario

Se aprecia en las respuestas a las preguntas de los alumnos a las preguntas 4,5 y 6 que se han percatado de una idea básica de las reacciones químicas "la formación de una nueva sustancia".

Esta experiencia resulta muy agradable e interesante para los alumnos mostrándose muy dispuestos a proporcionar el "nombre" de la nueva sustancia.

Ante tal diversidad de nombres se hace la consideración que en el trabajo de la Química es importante establecer criterios de cómo nombrar a las sustancias.

7.-¿Por qué se formó a la mitad la línea amarilla, si cada una de las sustancias se colocó a el extremo de la caja?

"Porque al expandirse los dos se dirigieron al centro"

"Porque es como si el minio blanco y el nido se desplazaran, hasta que el minio blanco encontró a el nido"

"Porque al atraerse las dos sustancias al mismo tiempo se unen en medio"

"Por la atracción de las sustancias en el agua, se forma en el momento que reaccionan"

Comentario

Aquí se detecta la necesidad de trabajar la difusión y cuestionar la idea de expansión y la de atracción de las partículas, que se trabaja a continuación.

8.-¿A qué se debe que el minio blanco y el nido se hayan desplazado?

"A que el minio y el nido se atraen mutuamente y se unieron en medio de la caja"

"Porque se diluyeron en el agua"

"Porque ambos se atrajeron"

Comentario

Las respuestas muestran que la mayoría de los estudiantes consideran la línea como los lugares donde dos sustancias se han encontrado. Esto implica la aceptación del transporte de ambas sustancias a través del agua.

La idea de que una sustancia puede ser transportada a través del agua es interesante desde el punto de vista de la enseñanza, dado que ello no está basado en una observación directa, sino en una interpretación que incluye un elemento hipotético. Resulta muy importante que los alumnos discutan sus razones para aceptar la transportación como una parte esencial de su explicación.

El análisis de la discusión muestra que muchos alumnos consideran que la difusión (desplazamiento como ellos mencionan) es debida a la atracción mutua de las sustancias disueltas. La idea de que una fuerza de atracción trabaja a distancia, así como la idea de que esas dos sustancias "desean" combinarse no importa que estén separadas a una gran distancia. Como lo constatan algunas frases de los estudiantes:

"El desplazamiento de las partículas de las dos sustancias es debido a que las dos se atraen";

" El minio blanco y el nido se desplazaron porque se querian mezclar "

"se desplazaron porque ambos se atrajeron "

Comentario

Para otros estudiantes la difusión o desplazamiento como ellos lo llaman ocurre aunque no esté la otra sustancia. Como se aprecia en la siguientes frases:

"a que al disolverse tiende a desplazarse"

"De hecho las sustancias por si solas se desplazan cuando se disuelven, pero se desplazaron más rápido porque es como si se atrajeran uno al otro"

Comentarios

Es conveniente mostrar una confrontación de la idea de atracción con evidencias contradictorias, es decir que las partículas se difunden a través del disolvente no importa que no esté otra sustancia. Se organiza el conflicto de tal manera que los alumnos tomen postura frente a las ideas surgidas y que además sean conscientes de la controversia.

Actividad de Confrontación de Ideas

Se instruye a los estudiantes que repitan el experimento, pero esta vez se va a realizar en tres momentos.

Colocando primero yoduro de potasio "nido" en el agua y que se esperen

- a) 3 a 4 minutos antes de agregar el nitrato de plomo "minio blanco" en el otro extremo de la caja ("B")
- b) 6 a 7 minutos antes de agregar el "minio blanco" en el extremo "B" de la caja
- c) 10 a 11 minutos antes de agregar el "minio blanco" en el extremo "B" de la caja.

Comentario

Para su sorpresa la sustancia amarilla se forma inmediatamente después de la adición de el "minio blanco". Presentándose diferencias de acuerdo a los tiempos trabajados.

Esto permite generar una discusión respecto a la atracción de las sustancias durante la difusión.

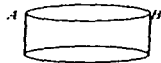
Se les pide que dibujen el arreglo formado en cada caso. Los alumnos dibujaron:



(a)



(b)



(c)

Entonces se les dice a los estudiantes que expliquen sus observaciones basándose en dos consideraciones una que para difundirse a través del agua es necesario la atracción entre las sustancias y la otra no es indispensable que las sustancias se atraigan para que se difundan a través del agua.

Comentario

Los alumnos observan que la línea amarilla se forma a diferentes distancias del extremo donde se agregó el minio blanco.

La argumentación que exponen ante los hechos, les permiten afirmar que en este caso la atracción entre las dos sustancias no es un factor que esté interviniendo en la difusión. Así se puede decir que la difusión o desplazamiento de las partículas en el agua es un fenómeno que se lleva a cabo sin que esté presente otra sustancia.

9.- Escriban con sus palabras la reacción efectuada

“minio blanco más la sustancia nido produce el polvo amarillo”

“nido más minio blanco se forma el sólido amarillo”

10.- Indiquen cuáles serán los reactivos y cuáles serán los productos

“Los reactivos son minio blanco y el nido”

“El polvo amarillo es el producto”

11.-Traten de representar el fenómeno por medio de una ecuación.

"minio blanco + nido → minionido"

"nido + minio → nido minio"

"minio blanco + nido → blanco nido"

Comentarios

Nuevamente los alumnos están muy entusiasmados en representar la reacción química por medio de una ecuación.

Se insiste en la importancia de establecer criterios de cómo nombrar a las sustancias, ante la diversidad de opiniones. Se menciona la conveniencia de la utilización de las fórmulas y ecuaciones para representar una reacción química.

3.3 Recapitulación de lo acontecido en las sesiones anteriores

Se lleva a cabo una revisión de lo acontecido en las sesiones anteriores, señalando que en las reacciones químicas se forman sustancias diferentes a los reactivos. Se habla de la formación del polvo amarillo a partir de "minio blanco" y "nido". Entoces se plantea la siguiente pregunta

¿En que se basan para decir que el polvo amarillo es una sustancia diferente a los reactivos ("minio blanco" y "nido")?

Los alumnos comparan las propiedades de los reactivos con las de los productos expresando

"El minio blanco y el nido son dos sólidos blancos, en cambio el minionido es amarillo"

"Los dos reactivos minio blanco y nido son sólidos blancos en cambio el nidominio es de color amarillo brillante como diamantina"

"El polvo amarillo es insoluble en agua"

"El nido y el minio blanco se disuelven en el agua"

“Como son sustancias distintas su puntos de fusión deben ser diferentes”

“El polvo amarillo tiene brillo, en cambio ni el minioblanco ni el nido tienen ese brillo”

Comentarios

Como se aprecia en las opiniones de los alumnos ellos ya hablan de algunas propiedades características diferentes entre los reactivos y los productos. Consideran la formación de sustancias distintas a los reactivos en una reacción química. Además también mencionan que las sustancias se distinguen por sus propiedades.

Además de las propiedades mencionadas los estudiantes llegan a decir que podrían emplear para identificar a las sustancias su comportamiento frente al calor, a las ácidos, u otras sustancias, es decir sus propiedades químicas. Se habla de la necesidad de estudiar más sobre esas sustancias y sobre otros aspectos que estudia la Química.

La precipitación del yoduro de plomo en la caja de plástico para la enseñanza del concepto de reacción química tiene ciertas ventajas con respecto al tubo de ensayo, como por ejemplo: el proceso de la formación del precipitado constituye una escena muy bella para los estudiantes y se lleva a cabo de tal forma que permite dar más tiempo para el comienzo del análisis y la discusión del fenómeno observado; la reacción está ocurriendo en un tiempo determinado que permite a los estudiantes seguirlo, y estudiar no sólo el producto sino también el proceso; el experimento en la caja, separa los tres procesos: disolución, desplazamiento y reacción. Los tres pueden ser señalados y discutidos mientras ellos están ocurriendo. En la versión del tubo de ensayo ésta no es posible.

Los experimentos anteriores pretenden un mayor entendimiento de la reacción química. Desde luego es un camino largo, por lo que es necesario irlo recorriendo desde sus primeros pasos. Esta propuesta pretende ser un inicio en ese camino.

APLICACIÓN

El propósito de esta etapa es reforzar el concepto de reacción química como una interacción entre unas sustancias llamadas reactivos, dando lugar a otras sustancias diferentes llamadas productos. La intención es enfrentar situaciones nuevas donde se aplique el conocimiento adquirido.

Actividad 4

Se proponen las siguientes experiencias

- a) Formación de una línea blanca
- b) Visita a la Sala "Química, Transformación Molecular de la Materia" del

Museo Universum.

Desarrollo de la experiencia

a) Formación de una línea blanca

Se les demanda que realicen una experiencia semejante a la actividad anterior, la de la formación de la línea amarilla, pero que utilicen nitrato de plomo y sal de mesa.

Comentario

Esta vez se produce una línea blanca debido a la formación de cloruro de plomo. La línea blanca es menos espectacular que la línea amarilla, sin embargo, su formación sorprende a muchos estudiantes ya que ellos no esperaban que la sal ordinaria fuera capaz de producir tal resultado.

Se les pide a los alumnos que comparen la solubilidad de los reactivos en agua y la solubilidad de la mezcla de productos.

Los alumnos mencionan que aparece una sustancia con una propiedad diferente (insolubilidad en agua) y por lo tanto se trata de la aparición de una nueva sustancia.

Se sugiere que repitan el experimento de formación de polvo amarillo en el mortero.

Comentario

El experimento tiene un mayor impacto en los estudiantes cuando los polvos de nitrato de plomo y la sal de cocina son mezclados y frotados en un mortero. Esta vez no hay cambio visible, no importa qué tanto se friccionen la mezcla en el mortero.

Se cuestiona al estudiante sobre la posibilidad de que una reacción química hubiera ocurrido ¿ Habrá ocurrido una reacción química en el mortero ?.

Comentario

Esta pregunta no sólo relaciona los experimentos realizados en la caja de plástico con las dos sales, sino que también el de nitrato de plomo y yoduro de potasio. En las discusiones algunos alumnos piensan que en el último caso se trata de una reacción en donde no se aprecia el cambio. En relación a la sustancia amarilla algunos estudiantes piensan que lo que sucedió en su formación puede ser también aplicable a la sustancia blanca Argumentando que como la reacción es el resultado de la interacción entre el de nitrato de plomo y la sal es probable que se lleve a cabo tanto en el mortero, como en el recipiente de vidrio.

Se recapitula lo acontecido con respecto a las ideas que tenían acerca del concepto de sustancia y de la de conservación de éstas en una reacción química.

b) Visita a la Sala de Química, Transformación Molecular de la Materia del Museo Universum.

Se invita a los alumnos a visitar la sala de Química del museo Universum, con los siguientes objetivos:

- 1.-Conocer de manera general lo que muestra la sala

2.-Localizar un equipamiento donde se muestra la realización de una reacción química y la importancia que ésta tiene.

A los alumnos se les proporciona una guía de visita y se les pide que observen, manipulen los botones necesarios, comenten entre ellos y con el anfitrión, lo que piensan que está sucediendo. Finalmente escriban un comentario en relación a la reacción química que lograron ver en esta visita

GUIA DE VISITA

La sala de química consta de tres secciones química y sociedad, reacciones químicas y clasificación de la materia.

A la entrada de esta sala podrás leer el siguiente texto:

" En nuestra sociedad actual la Química se encuentra presente en una infinidad de formas, en una enorme variedad de manifestaciones, resultado del ilimitado número de combinaciones posibles de la transformación de la materia a nivel molecular.

¿Qué te imaginas encontrar dentro?, escribe tres ejemplos

Un plano de la sala es el siguiente:



Módulos o Equipamientos**Sección Química y Sociedad.**

1. Música y Química
2. Producción de Nylon
3. Conservación de documentos históricos
4. La Química en el arte pictórico
5. El árbol del hule
6. Del barbasco a la píldora anticonceptiva
7. Adhesivos naturales
8. Copolímero acrílico
9. Fibras enlazables
10. Cinta elastomérica
11. Escultura en hielo

Sección Reacciones Químicas

1. Tamaño de las moléculas.
2. Número de Moléculas
3. Representación de las Moléculas
4. Construcción de Modelos Moleculares
5. Catalisis: De prisa ... Más de prisa
6. Los Anillos del Tiempo
7. Reacciones oscilantes
8. Mural de sal
9. DNA.
10. Pila Voltaica

Sección Clasificación Periódica de los Elementos.

1. Visita la Columnata de la Química
2. Juegos sobre la tabla periódica en video pantallas.

Haz un recorrido de la sala procurando que te acompañe un anfitrión Escucha sus explicaciones y haz las preguntas que creas necesarias. En especial detente a observar con más detalle el siguiente equipamiento " Produccion de Nylon"

En este equipamiento ocurre una reacción química, en donde es posible identificar la producción de una nueva sustancia, debido a que el producto tiene propiedades diferentes a los reactivos.

EQUIPAMIENTO PRODUCCIÓN DE NYLON

En este equipamiento se observa la formación de nylon en la zona de contacto entre dos líquidos. Uno de ellos hexametilén diamina disuelta en agua, que está en la parte superior, y el otro líquido es cloruro de sebacilo disuelto en cloroformo y está en la parte inferior

El nylon se forma al combinarse estos líquidos en la zona de contacto. El nylon toma la forma de un hilo, que se retira de la zona de contacto al ser jalado por una máquina

Estás viendo una reacción química donde se forma una sustancia nueva de forma filamentosa, que tienen propiedades diferentes a la de los líquidos que la originaron, es decir a los reactivos

El nylon es una sustancia producida gracias al conocimiento químico y es muy común en nuestro entorno, con ella se elaboran productos como telas, cuerdas etc

Lee con cuidado el letrero No 3 y coméntalo

¿Qué te asombra de esta reacción química?

A la salida de la sala te encontrarás un pensamiento

" En su taller, que abarcaba las dos habitaciones del sótano, Paracelso pidió a su Dios, a su indeterminado Dios, a cualquier Dios, que le enviara un discípulo"

Jorge Luis Borges

La Rosa de Paracelso

¿Qué utilidad tuvo para ti ir al museo?

Comentario

Para los estudiantes siempre resulta motivante asistir al museo, sobre todo si se van en grupo. Por lo que esta actividad constituye una oportunidad para trabajar la idea de reacción química como una situación nueva.

En realidad varios equipamientos podrían ser útiles para trabajar el concepto de reacción química. Sin embargo, el de la producción de nylon resulta muy atractivo y demostrativo de la formación de una nueva sustancia. Además existe la posibilidad

de relacionar lo que se aprende con el entorno, permitiendo comentar la importancia de producir nuevos materiales y el impacto económico que tiene en la sociedad.

REVISION

Propósito: concientizar a los alumnos de los cambios de ideas y familiarizarlos con el proceso de aprendizaje.

Actividad 5

Se realiza un trabajo de cierre:

La actividad de cierre requiere recuperar todo el proceso de aprendizaje. El maestro necesita hacer señalamientos que resuman las etapas por las que se transcurrió en el tratamiento de este tema. Recordándoles las ideas que tenían en un principio y demandarles a los alumnos que construyan la historia de como se fueron transformando estas ideas

Se comenta la visita hecha al museo y en especial sobre el equipamiento visto. Se señala la importancia de esta reacción como áreas de trabajo de la química por ejemplo la industria textil

Para finalizar se propone un experimento atractivo (Liem, T. K. L., 1982) que consiste en una serie de reacciones sucesivas que permiten demandarle al estudiante señalar donde ocurrió una reacción y cuáles son los indicios que permiten detectarla

Después de comentar la experiencia de aprendizaje vivida a lo largo de los dos módulos, los conocimientos adquiridos, así como la importancia del estudio de las reacciones químicas para la vida. En un ambiente de entusiasmo se presenta el siguiente experimento titulado:

“Brindemos por el conocimiento adquirido”

- **Materiales**
- **Solución saturada de bicarbonato de sodio(NaHCO_3), solución al 20% de carbonato de sodio(Na_2CO_3)**
- **Fenolftaleína, solución saturada de cloruro de bario (BaCl_2)**
- **Dos vasos de vidrio, una copa de vidrio, un tarro para cerveza**
- **Acido clorhidrico concentrado, azul de bromotimol.**

Preparación

- 1.-Llene tres cuartas partes del vaso No. 1 de agua y añada 10 mL de solución saturada de bicarbonato de sodio y solución de carbonato de sodio al 20%(pH 9).
- 2.-En la copa de vino poner unas pocas gotas de fenolftaleína
- 3.-Al vaso No 2 añadir aproximadamente 25 ml de solución saturada de cloruro de bario
- 4 -En el tarro de cerveza colocar 5mL. de ácido clorhídrico concentrado y aproximadamente 3 mL de azul de Bromotimol.

Preparar los puntos de 1 - 4 , sin que se den cuenta los alumnos

Presentación

Se ponen sobre la mesa, en el orden siguiente un vaso(# 1), una copa, un vaso(#2), un tarro.



vaso 1



copa de vino



vaso 2



tarro de cerveza

Se les invita a los alumnos a brindar, diciéndoles:

“Después de los logros obtenidos , que les parece si hacemos un brindis ” -

1º.- Como estamos escasos de dinero vamos a brindar aunque sea con agua (se alza el vaso # 1)

2º.-No, pero como un brindis con agua, en seguida se vierte el “agua” del vaso # 1 a la copa , oh ! tenemos vino, ¿gustan?(se alza la copa invitando a los estudiantes).

3º.-¡ Ah ! pero están ustedes muy jóvenes, para brindar con vino(se vierte el contenido de la copa a el vaso # 2), mejor brindamos con leche, ¿gustan?(se alza el vaso y se invita a los alumnos).

4º.- Bueno, como la ocasión lo amerita, que les parece si mejor brindamos (conforme se va hablando se va vaciando el contenido del vaso # 2 con “leche” al tarro) con “cerveza”, se invita a los alumnos alzando el tarro de “cerveza”, diciendo “Salud”.

5º.-Se propone un último problema : ¿Dónde ocurrió una reacción?, ¿Qué indicios nos permiten detectar que se llevó a cabo una reacción?

Existe claro, un largo camino para llegar a que los estudiantes adquieran el suficiente conocimiento del concepto de reacción química. Desde luego, la presentación directa de fenómenos químicos, con preguntas, reflexiones, experimentaciones y discusiones tomando en cuenta las ideas de los alumnos y su transformación conceptual seguramente tomará mucho tiempo, pero tendrá la ventaja de que se sentarán las bases necesarias para profundizar posteriormente en éstos y otros conceptos.

Una de las razones por las que se seleccionó el camino más largo y arduo para trabajar con las reacciones químicas es que se espera que la comprensión de este concepto fundamental sea más profundo y con una mayor aplicación, siempre y cuando sea el resultado de un esfuerzo personal de los estudiantes y de una gran comunicación con sus compañeros y su profesor. Es probable que por medio de estos ensayos se pueda alcanzar el éxito, ya que están basados en una cuidadosa comprensión de problemas específicos de aprendizajes de los estudiantes

IV CONCLUSIONES

El Colegio de Ciencias y Humanidades esta pasando por una transición importante el cambio de programas, demanda un perspectiva diferente en la enseñanza de las ciencias

Esta nueva forma de proceder reclama reconocer que hay problemas y también la necesidad de fundamentar las soluciones que se propongan

El constructivismo es un nuevo enfoque en la enseñanza de las ciencias y por ende de la Química Constituye un campo de estudio fundamentado en la teoría de Piaget, en psicólogos, científicos preocupados por la enseñanza de las ciencias

Las aportaciones son serias y necesitamos analizarlas, probarlas como punto de partida para hacer propuestas adecuadas a nuestro país

Este constructivismo reconoce que se debe partir de los conocimientos previos del estudiante y considera que el maestro debe procurar que los alumnos pasen por un proceso de elaboración del conocimiento El maestro necesita el dominio de la disciplina, el conocimiento de cómo aprende un estudiante y de cuales son las principales ayudas que necesita

En este trabajo se partió de la aceptación que para comprender lo que es una reacción química, es necesario partir de los saberes de los estudiantes respecto a lo que es una sustancia Posteriormente ser capaces de problematizar esta idea y de ir dando paulatinamente elementos que permitan construir un concepto de sustancia más cercano a la Química

Las experiencias que aquí se presentan tratan de que la elaboración se logre paulatinamente, mediante experimentos, atractivos, sencillos, con materiales accesibles

del mundo cotidiano del alumno, cuyos resultados y discusión son el motor que genera la dinámica de aprendizaje.

Esta propuesta didáctica pone al centro de la acción al alumno, quién participa de múltiples maneras, involucrándolo en todo el proceso de aprendizaje. Esto trae como consecuencia que para los estudiantes resulte una actividad más interesante y motivadora.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 - BASTIDA DE LA CALLE, M F ,RAMOS, F Y SOTO J. 1990 Práctica de laboratorio ¿una inversión poco rentable?. Investigación en la Escuela, 11, pp 77-90.
- 2 - BAZÁN LEVY JOSE DE JESÚS , 1993 Propuesta del Plan de Estudios de la Unidad Académica del Bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades. Cuadernillo No 46, pp 38-50, 66-68
- 3 - BENITEZ SALGADO LUCIA , 1997 La enseñanza de la estructura atómica en el Colegio de Ciencias y Humanidades Fac. de Química, UNAM Tesis, México.
4. -CARRASCOSA, J. GIL, D Y PAYA, J,1993 La transformación de las practicas de laboratorio de Física y Química Un ejemplo de formación del profesorado coherente con las concepciones constructivistas, Enseñanza de las Ciencias, No extra(IV Congreso), pp 221-222
- 5 - CASTRO A , 1978 Influencia del desarrollo psicologico del individuo en el aprendizaje de la Química Tesis Facultad de Química UNAM
- 6 - DELVAL, J, 1996 La acción como origen del conocimiento El Nacional Cultura, Mex D F
7. - DE VOS, W Y VERDONK, A, 1985 A new Road to Reactions Part 1 Journal of Chemical Education, 62(3), pp 238-240
- 8 - DE VOS, W Y VERDONK A , 1985 A new Road to Reactions, Part 2 Journal of Chemical Education, 62(8), pp 648-649
9. - DE VOS,W Y VERDONK, A, 1987 A New Road to Reactions Part 4 The sustance and its molecules Journal of Chemical Education, 64(8), pp 692-694
- 10.-DIAZ BARRIGA FRIDA ARCEO , 1987 El pensamiento del adolescente y el diseño curricular en educacion media superior Perfiles Educativos # 37, pp 16-26
- 11 -DRIVER, R. , 1975 The name of game, Science School Review, 56, pp 800-805.
- 12 -DRIVER, R , 1983 The Pupils as Scientist (Miton Keynes OUP)
- 13.-DRIVER, R , 1986 Psicología Cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos Enseñanza de las Ciencias, 4(1), pp 3-15
- 14.-DRIVER GUESNEE Y TIBER GHIEN, A , 1989 Ideas científicas en la infancia y la adolescencia (Morata Madrid)

- 15.-CHAMIZO J A , 1994 Hacia una revolución en la educación científica Ciencia, 45, pp. 67-77
- 16.-CHAMIZO, J A Y PETRICH MARGARITA, 1995 Purificación natural del agua Química, Editorial Esfinge. pp 22-25
- 17.-GACETA UNAM 3a época vol II No extraordinario C U 1º de febrero de 1971
- 18.-GARCÍA BARROS, S, MARTÍNEZ LOSADA, MA Y MONDELO ALONSO,M, El trabajo práctico Una intervención para la formación de profesores Enseñanza de las Ciencias, 13(2), pp 203-209
- 19.-GARCÍA FERNÁNDEZ HORACIO ,1993 Reflexiones en defensa de la Química Educación química,Vol 3, No 2
- 20.-GARCIA FERNANDEZ HORACIO , 1993 Sonatina, desesperación cuasi una crítica Educación Química, vol 4 No 3, pp 145-149
- 21.-GILD Y PAYA, J. 1988 Los trabajos practicos de Física y Química y la metodología científica Revista de enseñanza de la física 2(2), pp 773-79
- 22.-GOMEZ CRESPO MIGUEL ANGEL, POZO JUAN IGNACIO Y LIMON MARGARITA ,1992 La estructura de los conocimientos previos en Química una propuesta de núcleos conceptuales Investigación en la Escuela No 18, pp 23-40
- 23.-GONZÁLEZ MARTINEZ EDUARDO , 1990 Tres aportaciones de la investigación didáctica sobre los trabajos de laboratorio Enseñanza de las Ciencias, 8(2) pp 178-180
- 24.-GONZÁLEZ MARTINEZ EDUARDO , 1992 ¿Que hay que renovar en los trabajos prácticos? Enseñanza de las Ciencias, Vol 10(2), pp 206-211
- 25.-HERNÁNDEZ MILLAN GISELA Y MONTAGUT BOSQUE PILAR , 1991 ¿Qué sucedió con la magia de la Química?, Revista de Educación Superior Anuies, No 77, pp 87
- 26.-HERNÁNDEZ MILLAN GISELA , 1993 La enseñanza de la Química en el nivel medio superior Reflexiones y Propuestas Educación Química,Vol 4(2), pp 86-89
- 27.-HERNÁNDEZ MILLAN GISELA , FLORES A SUSANA Y SÁNCHEZ GUILLERMINA , 1996 Ideas previas de los estudiantes Una experiencia en el aula. Educación Química, 7(3), pp 142-144

- 28.-JIMÉNEZ RAMÍREZ CRISTINA, PINELO BAQUERIZA LEONOR, 1990 *Di no a la química ¿lema de la sociedad actual?* Cuadernos del Colegio, 46, pp 33-47.
- 29.-HODSON,D.,1992 Redefining and reorienting practical work in school science *Review*, 73(264), pp 65-668
- 30.-HODSON D.,1994 Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313
- 31.-HOFSTEIN A, Y LUNETTA,V.N., 1982 The role of laboratory in science teaching neglected aspects of research *Review of Educational Research*, 52, pp. 303
- 32.-KELTER PAUL, 1992 Razones por las que la enseñanza de las ciencias debe cambiar. *Educación Química*, 3(2), pp 140-141.
- 33.-LEÓN TRUEBA , A I, 1986 Un estudio experimental del aprendizaje de las ciencias naturales en educación primaria, desde una perspectiva constructivista *Fac de Química , UNAM Tesis*. México
- 34.-LIEM, T.K L.,1982 Invitation to science inquiry *Science Inquiry Enterprises United States of America* pp 143.
- 35.-LLORENS, JUAN ANTONIO , 1988: La concepción corpuscular de la materia. Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje *Investigación en la Escuela*, 4, pp 33-48
- 36.-LLORENS JUAN ANTONIO ,1991. Comenzando a aprender *Química Ideas para el diseño curricular Aprendizaje Visor* Madrid
- 37.-MIGUENS, M Y GARRET,R.M , 1991. Prácticas en la enseñanza de las ciencias. Problemas y posibilidades *Enseñanza de las Ciencias*, Vol 9(3), pp 229-236.
- 38.-MILLAR, R. Y DRIVER. R 1987 Beyond processes *Studies in science Education*, 14, pp 33-62
- 39.-MOREIRA, M A ,1980. A non traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics, *European Journal in Science Education*, 21, pp 441.
- 40.-MOYER, A E,1976 Edwin Halland the emergence of the laboratory in teaching physics *The Physics Teacher*, 14, pp 966-103

- 41.-NEUS SAN MARTI 1996 Para aprender ciencias hace falta aprender a hablar sobre las experiencias y sobre las ideas Textos de Didáctica de la Lengua y Literatura No 8, pp 27-39.
- 42.-PIMENTEL, C GEORGE Y COONROD, A JANICE ,1994 Oportunidades en la Química. Presente y Futuro McGraw Hill, pp 225-226.
- 43.-POZO MUNICIO JUAN IGNACIO , 1991 Las ideas de los alumnos sobre ciencia: Una interpretación desde la psicología cognitiva. Enseñanza de las Ciencias, 9(1), pp. 83-84.
- 44.-POZO MUNICIO JUAN IGNACIO . 1991 Procesos cognitivos en la comprensión de los adolescentes sobre la Química Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia C I D E Madrid
- 45.-POZO MUNICIO JUAN IGNACIO . 1992 Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia C.I.D.E: Madrid
- 46.-RAMÍREZ PEÑA GILDA BARBARA., 1996 La enseñanza y el aprendizaje de la estructura de las sustancias a nivel bachillerato Fac. de Química, UNAM. Tesis. México.
- 47.-RAMÍREZ SAUCEDO ANDREA , 1989: Informe Anual de profesora asociada de carrera Plantel Vallejo. U.N.A.M.
- 48.-ROJANO, R R., et al. 1993 Propuesta educativa para los cuatro primeros semestres del área de ciencias experimentales del bachillerato del Colegio de Ciencias y Humanidades Cuadernillo # 21 Noviembre de 1993.
- 49.-SEBASTIÁ, J.M., 1987: ¿Qué se pretende en los laboratorios de Física Universitaria?. Enseñanza de las Ciencias, 5(3), pp 196-204.
- 50.-TAMIR, P. Y GARCÍA ROVIRA, M. PILAR., 1992 Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. Enseñanza de las ciencias, 10(1), pp. 3-12.
- 51.-ZUMDAHL STEVEN S., 1992: Fundamentos de Química McGraw Hill, pp. 188.