



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

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

Palabras, símbolos, imágenes y fórmulas. ¿Cómo hablar y
escribir sobre química en el nivel medio superior?

Tesis

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.
QUÍMICA.**

Presenta:

Quím. Ricardo Manuel Antonio Estrada Ramírez

Tutor:

Dr. Luis Miguel Trejo Candelas

Julio, 2013

México, D. F.

FACULTAD DE QUÍMICA



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.

Agradecimientos

A mi familia que me acompaña a través de la persona que soy.

A mi otra familia: mis amigos Vladimir, Allan, Gori, Hugo por su valiosa amistad.

A Luis Miguel Trejo Candelas que comparte conmigo conocimientos, experiencias, sabiduría, actitudes, valores, pero sobre todo su amistad.

A mis compañeros de la MADEMS: Oli, Mariana, Cecilia, Ale, Carlos, Jorge y Martín; Especialmente a Olivia Rodríguez Zavala, Alejandro Rojano Moral y Carlos Catana Ramírez. Los consensos y disensos que se generaron en la aventura que fue la MADEMS me ayudó como docente en formación pero sobre todo como persona. Sus acciones y omisiones siempre fueron “situaciones de aprendizaje”.

A mis profesores de la MADEMS: Martiniano, Graciela, Roxanna, Plinio, Gisela, Alejandra, Luis Miguel, Mauricio, Leticia, Ana María, José Manuel y Mauricio; los cuales reforzaron una idea de Eduardo Galeano en la que siempre he creído: “Al fin y al cabo, somos lo que hacemos para cambiar lo que somos. Tenemos algo que decir, tenemos algo que hacer, somos responsables y protagonistas de los cambios.”

A Blanca Estela Zenteno Mendoza por permitirme aprender de ella y de su praxis docente a través de su trato cordial, divertido y sincero; por ser una gran maestra pero sobre todo una gran persona.

A Cristina Rueda Alvarado por darme una oportunidad laboral que se ha incorporado a mi proyecto de vida y por ampliar mi percepción sobre la enseñanza de las ciencias.

A los miembros del jurado por sus valiosos comentarios, guía y solidaridad que ayudaron a enriquecer el contenido de la tesis y a mi formación profesional.

Dedicatoria

A Mali, mi esposa:

Sé que siempre estás ahí y eso me conforta.

Gracias por todo tu amor, apoyo, pero sobre todo por tu paciencia.

La construcción de este proyecto difícilmente se hubiese concretado sin tu amorosa presencia y aliento.

A John, mi abuelo:

Sé que estás en algún lugar y desde aquí te dedico este trabajo que es el producto de mucho de lo que me enseñaste sobre la vida.

Índice

Resumen	7
Abstract	8
Introducción.....	9
1. Antecedentes	11
1.1 Marco de Referencia	13
Docencia en la EMS.....	13
Los adolescentes como protagonistas	15
Los adolescentes como protagonistas del aula en la EMS: Alumnos	17
El espacio educativo: El Colegio de Ciencias y Humanidades.....	18
1.2 Marco Teórico	21
Una caracterización de la química	21
Una caracterización de la ciencia escolar	21
La enseñanza de la química en la EMS	22
Modelos en la enseñanza de la química en la EMS.....	22
Trabajos prácticos en la enseñanza de la química en la EMS	23
Lenguaje en la enseñanza de la química en la EMS	25
Tema estructurante: reacción química	35
Ubicación de los contenidos abordados en la propuesta didáctica en diferentes programas de estudio.....	39
2. Objetivos	42
3. Metodología	43
La pregunta de investigación	49
Diseño y planeación de la propuesta didáctica	49
Propuesta didáctica explícita.....	53
4. Resultados y Análisis	67
Caracterización del grupo de las y los jóvenes alumnos.....	67
Cuestionario diagnóstico sobre el lenguaje de la química.....	71
Separar y componente, palabras que merecen cuidado	75
¿Un líquido formado por dos gases?	77
¿Cuál representación, en qué momento?	85
5. Conclusiones.....	90
6. Consideraciones finales	93
7. Bibliografía	96
8. Anexo	105

Índice de Figuras

Figura 1. Marco de referencia y marco teórico usados en la investigación.....	12
Figura 2. Parte de las y los estudiantes con los que el autor convivió, afuera del salón-laboratorio en donde se desarrolló la propuesta didáctica.....	20
Figura 3. Relación entre lenguaje, modelo y aplicación.....	27
Figura 4. Tres niveles de representación de la química.....	31
Figura 5. ¿Cuál es la representación correcta? ¿Existe una correcta? ¿La naturaleza se comporta así? ¿Cuál conviene enseñar? ¿Para qué enseñar esto; sirve de algo?.....	32
Figura 6. Proceso de construcción de sentidos: la intencionalidad del autor, la materialidad del texto y las potencialidades de re-significación del lector.....	33
Figura 7. Mediación del texto entre el discurso/lenguaje y el autor/lector.....	34
Figura 8. Características de la educación química.....	37
Figura 9. Organizador gráfico del programa de química I y II según el plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).....	40
Figura 10. Organizador gráfico de la asignatura química (DGB).....	40
Figura 11. Fragmentos del programa de química III según el plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).....	41
Figura 12. Circuito didáctico.....	46
Figura 13. Organizador gráfico de la propuesta didáctica.....	52
Figura 14. Ejemplo de respuesta al instrumento de la actividad de desarrollo: ¿Un líquido formado por dos gases?.....	79
Figura 15. Continuación del ejemplo de respuesta al instrumento de la actividad de desarrollo: ¿Un líquido formado por dos gases?.....	80
Figura 16. ¿Nos comunicamos? ¿Cómo?.....	82
Figura 17. Fotos del Aparato de Hofmann usado en la electrólisis del agua en el CCH.....	83
Figura 18. Mapa conceptual sobre reacción química.....	84
Figura 19. Posición ideal de la actividad de inicio.....	88

Índice de Tablas

Tabla 1. Relación entre tres programas de EMS y el paradigma de la investigación que sustenta la propuesta didáctica.....	39
Tabla 2. Distribución de la investigación a lo largo de la asignatura Práctica Docente.....	44
Tabla 3. Metodología de la observación.....	45
Tabla 4. Preguntas de interés para aprender ciencias.....	47
Tabla 5. Respuestas del diagnóstico sobre el contexto de las y los estudiantes.....	68
Tabla 6. Resultados del cuestionario diagnóstico, pregunta #1.....	71
Tabla 7. Resultados del cuestionario diagnóstico, pregunta #2.....	73
Tabla 8. Resultados del cuestionario diagnóstico, pregunta #3.....	74
Tabla 9. Los alumnos participan, preguntan-contestan, incluso se entusiasman, pero no basta.....	77
Tabla 10. Organización de conceptos, ideas, procesos e instrumentos.....	78
Tabla 11. Resultados de la actividad ¿Un líquido formado por dos gases?.....	81
Tabla 12. Resultados cuestionario de evaluación formativa.....	86
Tabla 13. Resultados cuestionario sobre la evaluación formativa.....	87
Tabla 14. Resultados a la pregunta: ¿Qué tan útil fue el material didáctico de apoyo para el desarrollo de las actividades?.....	87

Resumen

El siguiente estudio presenta una propuesta didáctica para introducir a las y los estudiantes de Educación Media Superior (de uno de los subsistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, el Colegio de Ciencias y Humanidades, CCH, plantel Sur) al estudio del tema de la reacción química, acorde a los contenidos de las asignaturas de Química I y II, según el Plan de Estudios Actualizado 1996, del Colegio de Ciencias y Humanidades, con el propósito de hacer explícitas las implicaciones que tiene para la práctica docente el análisis del tipo de representaciones usadas en el discurso empleado por el par docente-alumnos en el proceso de enseñar, aprender y evaluar el tema de la reacción química. La investigación se presenta como un estudio de caso, El trabajo de campo consistió en observaciones participantes y elaboración de un diario de clase. Se analizaron los resultados generados por las y los estudiantes durante el desarrollo de las actividades.

Entre los resultados se encontró que la comunicación entre las y los docentes y las y los estudiantes de química en EMS tiene una serie de dificultades. Una de ellas está asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico.

Sobre la propuesta didáctica se concluyó que las y los docentes tendríamos que sensibilizarnos para darle mayor atención a las representaciones que usamos en clase de química en la EMS con la intención de crear puentes entre nuestro lenguaje y el de las y los estudiantes a través de la búsqueda de un equilibrio entre formas de comunicación-expresión típicamente personales (alimentadas por el sentido común) y aquellas que forman un código establecido por los expertos (las y los docentes).

Abstract

The following study presents a methodological approach to introduce students to and Higher Secondary Education (one of the subsystems of the National Autonomous University of Mexico, UNAM, the College of Sciences and Humanities, CCH) to study the issue chemical reaction, according to the contents of the subjects of Chemistry I and II, according to the updated curriculum 1996, the College of Sciences and Humanities, in order to make explicit the implications for teaching practice analysis type of representations used in the discourse employed by the teacher-student couple in the process of teaching, learning and evaluating the subject of the chemical reaction. The research was presented as a case study, field work consisted of participant observation and developing a class newspaper. Were analyzed and results generated by the students during the development of the activities.

The results found that communication between chemistry teachers and students and has a number of difficulties. One difficulty is associated with the gap that occurs between everyday language and scientific language.

About the didactic proposal and concluded that we should sensitize teachers to give more attention to the representations we use in chemistry class with the intention of building bridges between our language and the students and through finding a balance between forms of communication-typically personal expression (fed by common sense) and those that form a code established by the experts (teachers).

Introducción

El siguiente trabajo surge como resultado de la reflexión y análisis de la observación e intervención en un proceso educativo de enseñanza, aprendizaje y evaluación de un contenido de química en la Educación Media Superior (EMS). Se pretende desarrollar aquellos modelos, ideas y discusiones empleados para el diseño de la investigación, así como sus implicaciones en la actuación, evaluación y conclusión de la observación con fines educativos. Para ello se recopilaron, procesaron y analizaron los datos obtenidos mediante los instrumentos diseñados para tal propósito con ayuda de los conocimientos construidos durante la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) con orientación en química.

Las y los profesores con frecuencia olvidamos que gran parte del lenguaje que usamos para describir fenómenos químicos no es obvio para las y los estudiantes de EMS. Se debe tener en cuenta que las fórmulas, ecuaciones y otras representaciones simbólicas usadas en química no son familiares a los estudiantes y que ellos están aprendiendo un nuevo lenguaje.

Quienes estén profesional y ocupacionalmente involucrados con tareas educativas y de investigación tienen la responsabilidad de cimentar y desarrollar la formación crítica de ellos mismos, de los alumnos y de la sociedad en general. En relación con las y los jóvenes el objetivo final no puede ser la subordinación, sino conocer y entender sus demandas, prácticas y vida cotidiana con el fin de incorporar y fortalecer su capacidad de negociación con sistemas e instituciones.

Muchas veces se le pide al alumno que describa, plantee, justifique, argumente o elabore un informe. Sin embargo, como dice Lemke (1997), para hablar sobre ciencia es necesario conocer tanto sus conceptos y teorías como las estructuras mediante las cuales se expresan las ideas científicas (las ideas químicas, en este caso). Hablar y escribir en “lenguaje químico” implica apropiarse de la formalización de la cultura científica propia de la química. Uno de los objetivos de la clase de química es enseñar a hablar y a escribir en el lenguaje químico, porque

para poder aprender, los jóvenes necesitan expresarse “adecuadamente” para poder contrastar sus ideas con sus pares y profesores.

Dada esta situación se elaboraron instrumentos para obtener evidencias (y analizarlas) sobre el tipo de representaciones usadas en el discurso empleado por el par docente-alumnos en el proceso educativo correspondiente al tema de la reacción química, así como elaborar una propuesta didáctica sobre el tema de la reacción química, acorde a los contenidos de las asignaturas de Química I y II, según el Plan de Estudios Actualizado 1996, del Colegio de Ciencias y Humanidades, en donde sean explícitas las implicaciones que tiene para la práctica docente el análisis de la comunicación didáctica, el discurso empleado y los tipos de lenguajes (representaciones) usados en este proceso escolar.

El trabajo escrito se encuentra organizado de la siguiente forma:

En el capítulo 1 se desarrolla el marco de referencia y el marco teórico. En el capítulo 2 se desarrolla la metodología empleada para el diseño, la elaboración, planeación y aplicación de la propuesta didáctica. En el capítulo 3 se muestran los resultados y su análisis. Por último, se explicitan las conclusiones, las expectativas y miras hacia el futuro (en cuanto al trabajo de investigación), la bibliografía y los anexos correspondientes.

1. Antecedentes

Los estudios de posgrado son considerados como la cúspide de los procesos de formación, se conciben potencialmente como la preparación metodológica para la investigación, el desarrollo de la misma y su vinculación con aquellos sectores de la sociedad que requieren de nuevos conocimientos, desarrollos tecnológicos e innovaciones. La maestría forma personas capacitadas para participar en el desarrollo innovador, el análisis, adaptación e incorporación a la práctica de los avances del área en cuestión o de aspectos específicos del ejercicio profesional. “Los programas de maestrías están enfocados a ampliar los conocimientos en una especialidad, campo o disciplina y, según el caso, a habilitar al estudiante para iniciar trabajos de investigación o bien, para la aplicación innovadora del conocimiento científico o técnico” (Moreno, 2002). En esa dirección la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) tiene como objetivo: “Formar sólida y rigurosamente, con un carácter innovador, multidisciplinario y flexible, profesionales de la educación a nivel de Maestría, para un ejercicio docente adecuado a las necesidades de la EMS”¹.

Durante la estancia en la MADEMS se aprovechó la asignatura de Práctica Docente (materia en donde el nivel de participación del alumno corresponde al de reflexión teórico-metodológica y observación) para diseñar, planificar, implementar, modificar y concluir actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación² que dieron vida a esta investigación. La asignatura mencionada se desarrolló durante tres semestres de la Maestría dentro de tres grupos “normales” del sistema de EMS de la UNAM (Escuela Nacional Preparatoria, ENP, o Colegio de Ciencias y Humanidades, CCH). En este caso, se llevó a cabo dentro del CCH, plantel Sur, en los grupos de una profesora experta titular del grupo en estudio

¹ (Consulta: 16 de marzo de 2013) <http://www.posgrado.unam.mx/madems/index.html>

² Durante el texto se mencionará la acción de enseñar, aprender y evaluar como un mismo proceso que implica: Enseñar es ayudar al alumnado a identificar las diferencias entre sus formas de hacer, pensar, hablar, sentir y valorar, y las que se promueven desde la escuela. Aprender, básicamente es superar obstáculos y errores, y en la evaluación se miden los resultados de la enseñanza y el aprendizaje para decidir qué se enseña y cómo, aunado a qué se aprende y cómo (Sanmartí, 2007).

(egresada de la MADEMS-Química), en el periodo del semestre 2009-I al semestre 2010-I. En dicha asignatura se cumplió con observar, analizar y reportar la labor de planeación, conducción, evaluación e interacción dentro del aula, de la docente titular de las asignaturas Química I y II y los alumnos en turno, los cuales siguieron los contenidos propuestos por el Plan de Estudios Actualizado del CCH³. La propuesta didáctica consiste en una secuencia de actividades y la elaboración de instrumentos para la observación correspondiente de factores como: qué se enseña, cómo se enseña; qué se evalúa y cómo se evalúa sobre el tema de reacción química; todo ello dentro de la intención de contestar a la pregunta: ¿Cómo hablar y escribir sobre química en la EMS?

Una forma gráfica de presentar los referentes empleados en la construcción de la investigación es:

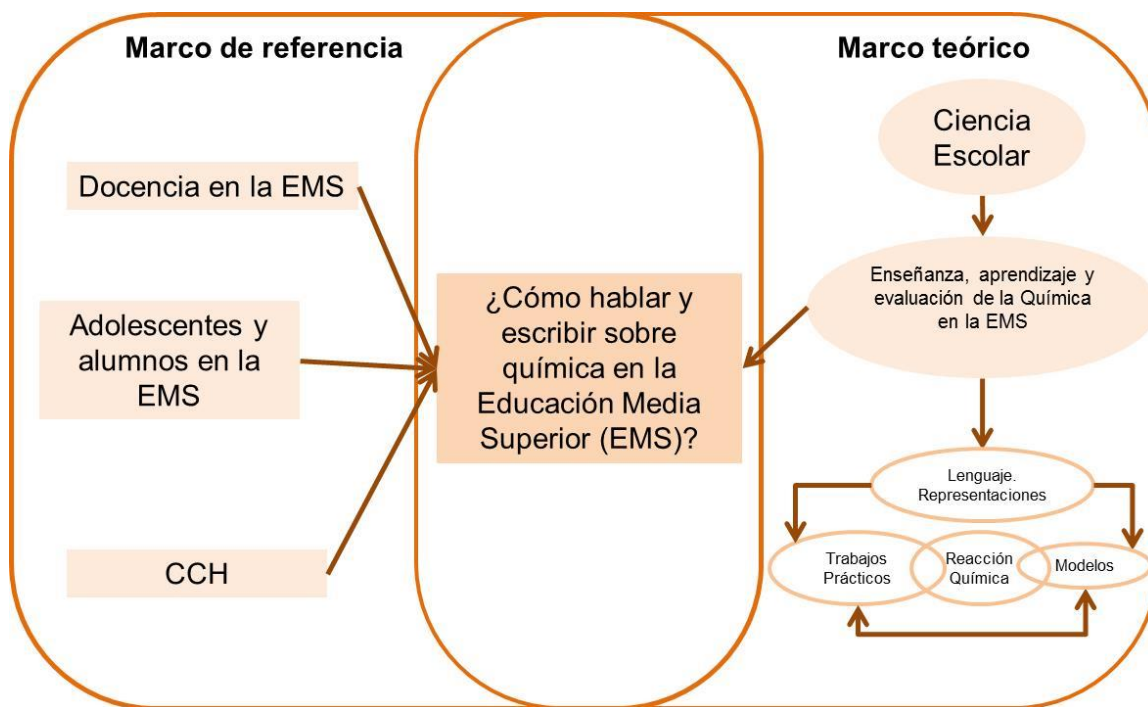


Figura 1. Marco de referencia y marco teórico usados en la investigación. Fuente: elaboración propia.

³ El Colegio de Ciencias y Humanidades es “un bachillerato de cultura básica que se propone formar al alumno por medio de la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que propicien en el egresado un desempeño más creativo, responsable y comprometido con la sociedad y que a la vez lo posibilite para continuar estudios superiores” (Plan de Estudios Actualizado CCH, 1996, p. 2).

1.1 Marco de Referencia

Docencia en la EMS

A mediados del siglo XX, las opiniones sobre el aprendizaje experimentaron un cambio importante, apartándose de las conductas específicas observables a favor de procesos mentales internos (Mayer, 1998). Este giro, comúnmente descrito como la “revolución cognitiva”, dio como resultado un mayor énfasis en el conocimiento y en el pensamiento de las y los docentes, en el proceso de desarrollarse como profesores expertos.

Los estudios sobre la habilidad profesional en una variedad de ámbitos confirman la importancia del conocimiento en el desarrollo del rendimiento del experto (Bruning, 2004), y esto puede decirse asimismo de la enseñanza. “La acumulación de cuerpos de conocimiento ricamente estructurados y accesibles permite a las personas pensar y actuar como expertas. En los estudios sobre la enseñanza, este concepto de la pericia ha llevado a muchos investigadores a dedicar mayor atención al conocimiento de los docentes y a su organización” (Borko, 1996).

La investigación indica que al menos cuatro tipos de conocimientos son esenciales para el experto en enseñanza. Cada uno ayuda a las y los docentes a tomar decisiones profesionales; por ejemplo, determinar las maneras más eficientes de ayudar a sus estudiantes a alcanzar ciertos niveles o grados de construcción de sus aprendizajes. Estos diferentes tipos de conocimiento incluyen (Eggen, 2009):

- Conocimiento de la materia.
- Conocimiento del contenido pedagógico.
- Conocimiento pedagógico general.
- Conocimiento de las y los estudiantes y del aprendizaje.

De tal forma que las y los docentes no deben dejar de reflexionar acerca de cuáles son sus “áreas fuertes” así como “las débiles” y cómo afecta esto a la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los contenidos que aborda.

Sin embargo, no se debe olvidar que la relación del profesor con sus alumnos no es sólo de índole cognoscitiva, sino que se extiende a toda la persona, especialmente al área afectiva. Así, se ha insistido en que debe existir empatía entre el profesor y sus alumnos para que de manera armónica y agradable se concentren en la problemática a resolver. El alumno trabajará mejor si confía en su profesor, si éste es amable, atento, y responde con gusto a sus cuestionamientos y dudas.

No es suficiente que las y los docentes de la EMS centren su acción pedagógica en facilitar la adquisición de conocimientos de las asignaturas que imparten. Es indispensable que los maestros trasciendan los propósitos exclusivamente disciplinares y apoyen de manera integral la formación de las y los jóvenes. Es necesaria una comprensión de la función del docente que vaya más allá de las prácticas tradicionales de enseñanza en el salón de clases, para adoptar un enfoque centrado en el aprendizaje en diversos ambientes⁴ (Gardner, 2005).

Situándolo en el curso de una maestría profesionalizante, lo más apasionante para las y los “jóvenes docentes” en formación, no son los resultados *per se* de la investigación, sino el propio proceso de investigación. “Las actividades de investigación, cuando profundizan en un área del conocimiento, proporcionan al estudiante el rigor del análisis y la síntesis de un problema planteado, convirtiéndose en actos de disciplina para abordar problemas complejos” (Toledo, 2011).

⁴ Entre los ambientes de aprendizaje se puede identificar el aula, el laboratorio, las prácticas profesionales, las prácticas comunitarias, el servicio social, las estancias profesionales y las actividades extracurriculares o complementarias, entre otras.

Los adolescentes como protagonistas

La intervención docente realizada fue dirigida hacia un grupo de jóvenes de entre 15 y 16 años; de ahí que hacer mención de algunas características de este momento en la vida de los alumnos resulta relevante. No es intención de la investigación caracterizar de forma exhaustiva esta etapa; se hace mención del tema con el propósito de construir un marco de referencia que de congruencia a las observaciones sistematizadas, dentro de un ambiente de aprendizaje, enseñanza y evaluación de la química en la EMS.

La adolescencia es la etapa de la segunda década de la vida humana que se caracteriza por rápidos y múltiples cambios en los aspectos físico, psicológico, social y espiritual. Durante este período las personas completan el crecimiento y desarrollo físico, alcanzando la capacidad de reproducción, adquieren el pensamiento abstracto y la autonomía emocional de las figuras paternas, desarrollando una nueva identidad; modifican las relaciones sociales y alcanzan la capacidad de intimar sexualmente; transforman la escala de valores por la que se evalúan a sí mismos y a los demás; y se incorporan a la vida adulta a través de una inserción laboral que les facilita la autonomía económica y el logro de “un proyecto de vida”. En este proceso de búsqueda el adolescente ensayan múltiples roles, que por momentos pueden ser conflictivos, para alcanzar luego un nuevo equilibrio, sin que esto signifique siempre enfermedad o daño.

Una adecuada valoración del adolescente, sus relaciones con el entorno y su condición bio-psico-social no es tarea sencilla. Requiere tiempo, formación especializada, y una visión integral del adolescente y su circunstancia. La atención de salud del adolescente debe promover su integración como persona, y por eso no sólo deberá ser integral sino también integradora. Para esto es necesario “empatía hacia el adolescente y una preparación profesional que incluya el conocimiento de las etapas evolutivas normales del ser humano y de los recursos que brinda la sociedad” (SIA, 2010).

La adolescencia es un periodo importante del crecimiento y la maduración del ser humano; durante este periodo se producen cambios singulares y se establecen muchas de las características del adulto. La proximidad de la adolescencia a la madurez biológica y la edad adulta pueden proporcionar las últimas oportunidades de realizar ciertas actividades orientadas a moldear ideas, hábitos y creencias de la personalidad del individuo. Este plazo existencial no es un proceso aislado de la infancia, como tampoco lo es de la adultez, sino uno continuo y no sólo contiguo a la primera experiencia de vida en la infancia y pubertad que vincula a estos adolescentes mediante la participación activa al periodo llamado juventud, que a su vez les integra al mundo psicosocial de los adultos. Este es un proceso de tránsito determinado por varios factores: la vida en familia, la experiencia escolar, el marco cultural que ha estructurado el mundo social para la puesta en práctica de normas y límites que forman la base educativa y explican la experiencia de vida comunitaria, y las condiciones económicas y políticas que imperan en la generación que pasa por la experiencia de ser adolescentes; cada joven construye su “momento sociohistórico” (Dulanto, 2000).

La adolescencia es así, una etapa compleja. La experiencia permite describirla como un fenómeno personal, pero a la vez claramente vinculado con los pares, por lo que tiene también un evidente sello que la distingue como la formadora de una nueva generación (Dulanto, 2000).

Durante la adolescencia, las interacciones sociales se convierten en las influencias dominantes sobre la conducta de las personas, pero justo durante esa etapa el cerebro entra a una sobreexposición de situaciones, por lo que lleva a tomar un tiempo de “remodelación”; como resultado de ello, los adolescentes encuentran las situaciones emocionales más confusas, por lo que “tienden a la vanidad, el comportamiento más susceptible entre los adolescentes” (Rodríguez, 2002).

Los adolescentes como protagonistas del aula en la EMS: Alumnos

La juventud es sinónimo de cambio, se vive en un mundo discontinuo, la ciencia (como un área que se debe estudiar obligatoriamente) se encuentra en constante revolución, la tecnología es impensable como un proceso estático, el tiempo, aunque de fabricación enteramente humana, no deja de pasar, “tampoco perdona” (o al menos así lo reflejan las experiencias, emociones, recuerdos, arrugas y demás estragos de este enigmático ente) la experiencia de ser estudiante se empieza a gestar desde los primeros años de vida, no siempre se logra sensibilizarse (mucho menos tomar conciencia) de la profundidad que tendrá en la vida tal fenómeno cultural; la primera escuela es la familia, se aprende un lenguaje propio al entorno geográfico, se adoptan costumbres propias de la sociedad a la cual se pertenece, se sigue un conjunto axiológico acorde a la moral local imperante; los cambios acompañaran el resto de la vida, cualquiera que sea esta.

La ciencia como parte de la cultura, le imprime un ritmo interesante al desarrollo de aquellas personitas que se encuentran cursando el nivel de EMS; sirve lo mismo para asustar que para motivar; las y los docentes tienen una influencia considerable; los alumnos pueden recordar la clase de ciencia (matemáticas, física, química, etc.) como en la que no aprendieron nada pero lograron pasar porque el profesor “fue buena onda”. Sin embargo, también la pueden recordar como una oportunidad para fomentar la curiosidad, la duda, la incertidumbre, la emoción, la adquisición de valores, el reforzamiento del idioma que se emplea, el trabajo manual, el trabajo puramente intelectual (aquel que por momentos se le llama la imaginación), el placer de hacer las cosas por gusto, por el gusto de hacer las cosas. Los profesores de ciencias tienen fama de “malditos”, “mala onda”, “enojones”, “intolerantes”, “anticuados”, “fuera de onda”, y un largo etcétera que a través del tiempo lejos de desaparecer se fortalece; un mito (reto) más para la enorme lista de actividades que la y el docente a cargo tiene que resolver en un día común de labores.

Se suele decir que una y un estudiante fracasa en la escuela, desde el punto de vista académico, cuando sus calificaciones no son buenas, cuando reprueba una o

varias materias, cuando no aprueba química o, en el peor de los casos, cuando tiene que repetir un ciclo. ¿Calificar es lo mismo que evaluar? ¿Qué implicaciones didácticas tiene la diferencia?

No olvidar que las y los jóvenes pasan gran parte de su tiempo en la escuela y las vivencias que ahí tienen, los éxitos, los fracasos, las buenas y las malas experiencias, determinan en gran medida la imagen que ellos se forman de sí mismos. La seguridad, la confianza y la autoestima se adquieren y se refuerza, en buena parte, en el ámbito escolar. Con este criterio, el fracaso escolar se vuelve un problema centrado en el alumno y el resto de los componentes queda olvidado; se pierden de vista los contextos sociales en los que está inmerso, sus miedos, sus alegrías, sus expectativas sobre la escuela y, en particular, sobre la química; se pierde de vista al ser humano que habita en el aula. Así que, en síntesis, la EMS es un momento en la vida de las personas de una trascendencia importante, y por lo tanto, debe manejarse con destreza, pasión, inteligencia y mucha disposición para enfrentar el continuo reto desde la posición del docente. ¿Cómo incide el espacio físico para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química en la EMS?

El espacio educativo: El Colegio de Ciencias y Humanidades

El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) forma parte de la oferta educativa de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), junto con la Escuela Nacional Preparatoria, para realizar estudios de bachillerato propedéutico. La creación de este sistema fue una de las propuestas innovadoras de la Universidad a principios de la década de los setenta. En su modelo educativo destaca la importancia concedida a la participación de los estudiantes en su aprendizaje y la formación en los lenguajes y métodos de las ciencias y las humanidades. “Las prácticas educativas en este Colegio están asociadas con la formación de ciudadanos participantes, más autónomos, donde se privilegia el aprender a aprender y el pensamiento crítico” (Durand, 2002). La presente investigación fue realizada después de convivir académica y afectivamente con un grupo de primero y segundo semestre en el CCH, plantel Sur.

“Los estudiantes desarrollan su experiencia escolar vinculando su condición de jóvenes y su trabajo como estudiantes. La vida juvenil que realizan se acomoda a los contextos que frecuentan y, especialmente, a una búsqueda de su compatibilidad con las actividades de estudio. Estas dos facetas de su experiencia los hacen diferentes a otros jóvenes y les da un sentido propio a su identidad” (González, 2006). Persona, identidad y espacio educativo convergen.

Guerra y Guerrero (2004) estudiaron el significado del bachillerato para los estudiantes en una escuela tecnológica, bachillerato bivalente, y en otra de tipo propedéutico universitario en México. Encuentran que los del bachillerato tecnológico lo consideran, centralmente, en función de la movilidad laboral y económica que les proporciona y los del propedéutico universitario como medio de acceso a los estudios superiores y de vida juvenil; los dos grupos mencionan su significado como espacio formativo pero lo destacan los del bachillerato propedéutico.

El ser joven y estudiar es una experiencia social compleja, en tanto demanda conjuntar actividades de tipo juvenil con otras enfocadas al estudio. Los estudiantes realizan esta conjunción de múltiples formas y según los recursos disponibles en un contexto escolar. En su práctica cotidiana relacionan los dos tipos de actividades y resuelven las tensiones generadas entre el ser joven y estudiante; en la resolución de estas tensiones está presente un discurso moral donde se entretrejen valoraciones, significados y capacidades reflexivas.

“El CCH plantel Sur cuenta con un diseño arquitectónico adaptado a un terreno de piedra volcánica llena de vegetación con desniveles y éstos fueron aprovechados al construir edificios de dos plantas conectados por corredores. Tiene, además, una amplia biblioteca, varias canchas deportivas, salas de audiovisual, un jardín del arte para exposiciones y dos explanadas. Una estudiante comenta que le gusta el plantel, además del “nivel académico”, porque “[... es] un espacio muy padre ¿no?, que hay mucha área verde y pues a mí me gusta mucho el área verde y todo eso ¿no?” (Elena, 3er semestre). Este entorno permite la realización de

distintas actividades así como una interpretación a la vida juvenil entre los diversos grupos y los dos sexos” (González, 2006).

Para el autor del escrito fue afectivamente relevante trabajar con grupos del CCH plantel Sur dado que, en su momento, formó parte del colectivo estudiantil de esa institución educativa; de tal forma que al asistir a la práctica docente se experimentaba una agradable sensación de regresar a un ambiente conocido con un rol distinto: el de docente en formación.



Figura 2. Parte de las y los estudiantes con los que el autor convivió, afuera del salón-laboratorio en donde se desarrolló la propuesta didáctica.

1.2 Marco Teórico

“La química tiene una mala imagen. La gente desconfía de ella por considerarla una ciencia compleja e incomprensible. Existe la tradición de aprender la química de memoria en lugar de comprenderla. Los químicos aparecen como personas retraídas y poco peligrosas, aislados en sus laboratorios, donde confeccionan mezclas elaboradas que son peligrosas al olerlas y quizá hasta venenosas” (Lazlo, 1991)

Una caracterización de la química

“La química, tal como la conocemos hoy, es resultado de una multitud de herencias que, concretadas en oficios, influyeron en la vida cotidiana de todas las culturas. No deja de ser sorprendente que prácticas tan diferentes como la del herrero (y la metalurgia), el curandero (y la farmacia), el alfarero (y la cerámica), el panadero (y la biotecnología) hayan podido estar reunidas y terminar por fundirse en un campo común: la química, donde se estudia, se practica y se transmite cómo transformar la materia (Izquierdo, 2001). Pero esto se lleva a cabo con un método particular (Chamizo, 2005), con una forma específica de medir y con un lenguaje propio o también a través de una lógica particular (Jensen, 1998) y de una filosofía específica (Scerri, 2001).” (Chamizo, J. A.; Izquierdo, M., 2007)

Una caracterización de la ciencia escolar

Para desarrollar herramientas de pensamiento acordes con la forma de conocer de la ciencia es sumamente importante que las y los estudiantes tengan la oportunidad de involucrarse personalmente en una investigación en la que intenten responder alguna pregunta, una que sea "contestable". Es deseable, si se puede, que se trate de una pregunta auténtica, planteada por ellos mismos o cuya respuesta sea significativa para ellos y que no sólo sirva para contentar al profesor respondiendo a una guía de trabajo establecida. Las preguntas pueden ser de tipos diversos; lo esencial en este proceso hacia una "metodología científica" es el desafío de buscar explicaciones posibles y ponerlas a prueba. Para ello no es imprescindible contar con un laboratorio o equipamiento sofisticado. Participar de las idas y vueltas (con sus frustraciones y alegrías) de una investigación es fundamental para construir la capacidad de “pensar científicamente”. La búsqueda

de información, el desafío de pensar en explicaciones alternativas cuando los resultados contradicen lo esperado y la presentación y defensa de estos resultados ante pares son experiencias que, de ser solamente leídas o contadas, pierden en gran medida su valor vivencial y su poder educativo. Buena parte de esto consiste en hacer “ciencia escolar”.

La enseñanza de la química en la EMS

Aprender, enseñar y evaluar química implica, para los involucrados, “ver más allá de lo que muestran los sentidos”. El camino, generalmente empleado, va de la formulación a la experiencia química. Sin embargo, no ha resultado el “mejor trayecto”, no ha sido el más didáctico. Desdeñar las dimensiones: histórica y humanista, didáctica y lingüística es un riesgo que se debe repensar. Se debe asumir la responsabilidad de actuar en pro de cambiar programas, libros de texto, formas y fondos, contextos y todo aquello que implique una “diferente” manera de actuar, de enseñar, de aprender. Esa responsabilidad incluye reflexión y acción. Reflexión didáctica que cuestione (como inicio) los contenidos curriculares y la intervención docente. Acción que conduzca los temas hacia un desarrollo de la actividad mental, en tres vías que desemboquen en pensar (elaborar “modelos del mundo”), experimentar (intervenir en el mundo) y comunicar (usar lenguajes para relacionar modelos e intervenciones).

Reflexión y acción que construyan la química escolar (específicamente en la EMS) con experimentación y comunicación, esto es, pensando, haciendo y comunicando de manera coordinada teniendo como base las preguntas (de alumnos y profesores) y las palabras que se emplean (sustancia, átomo, enlace, equilibrio, reacción química, etc.), sin perder de vista los ápices de un triángulo de representación de la química: micro (o nano), macro y simbólico, que nos orienta en el contexto de explicación, argumentación y resolución (Johnstone, 1982).

Modelos en la enseñanza de la química en la EMS

En la época actual, claramente orientada a lo visual, la educación científica y tecnológica recurre con frecuencia al uso de imágenes y prototipos para

representar diversos aspectos técnicos. Los estudiantes de hoy viven en un ambiente de información saturado de representaciones donde los materiales didácticos que se les presentan en clase no son la excepción (Lowe, 2000). Debido a que estos materiales deben competir por captar el interés de los estudiantes que se encuentran rodeados por un rico entorno visual, en la actualidad todo tipo de materiales didácticos, desde los libros de texto convencionales hasta la tecnología pedagógica de última generación, contiene abundantes imágenes y representaciones. En el área de la educación química y tecnológica estas representaciones son muy diversas, desde dibujos y diagramas, fotografías de gran realismo hasta gráficos y fórmulas muy abstractas (Lowe, 2000).

“Un modelo es una construcción imaginaria (por ende arbitraria) de un(unos) objeto(s) o proceso(s) que reemplaza a un aspecto de la realidad a fin de poder efectuar un estudio teórico por medio de las teorías y leyes usuales” (Harrison, 2000). Es una representación simplificada de la cual se espera que ayude a entender mejor lo modelado y puede ser un aparato, un prototipo, un plan, un diagrama, un dibujo, una ecuación o un programa de computadora: proveen los medios para explorar, describir y explicar diversas ideas científicas y matemáticas, además de contribuir a que la ciencia sea más relevante e interesante. Su valor radica en la sugerencia de cómo funcionan o podrían funcionar las cosas (Van Driel, 1999), con lo cual tiene un poder explicativo y predictivo.

Trabajos prácticos en la enseñanza de la química en la EMS

Una “práctica de laboratorio” en la cual solamente se verifica lo que se estudió previamente en la clase teórica no promueve un pensamiento empírico (científico, crítico). Por el contrario, sugiere que la verdad está en los libros o en la cabeza del profesor y que los experimentos son simplemente maneras de comprobar una de esas verdades, no una forma de descubrirlas (mejor aún, inventarlas). Una buena “práctica” en el aula es la de desarrollar ideas a partir de experiencias o prácticas de laboratorio (trabajos prácticos) y no al revés; en otras palabras, no utilizar las prácticas de laboratorio para demostrar o confirmar ideas desarrolladas en el

pizarrón. Esta forma de proceder tiene la virtud de desterrar del aula la frase: "el experimento me dio mal". ¿Cómo puede "dar mal" un experimento? Solamente si se sabe de antemano cuál "debería" ser la respuesta. Y aun así: si el experimento no dio el resultado esperado, se necesita hacer comprender al alumno que se obtuvo lo que tenía que dar en las condiciones experimentales imperantes: Quizá la sustancia química usada no era "pura" como se creía sino que estaba contaminada y por eso no reaccionó (o reaccionó de otra forma no esperada). Buscar la fuente de la discrepancia entre el resultado real y el esperado es otra parte del hacer "ciencia escolar".

La tendencia de prestar atención a los trabajos prácticos en la ciencia escolar fue provocada por varios factores, tanto políticos como educativos. Un importante factor político fue la reacción del público estadounidense, principalmente, al lanzamiento del satélite Sputnik en 1957. Este acontecimiento hizo mucho más urgente la necesidad de mejorar la calidad de los currículos de ciencias existentes (sobre todo para los estadounidenses)⁵. Un importante factor educativo fue la conciencia emergente de que la educación científica no sólo debería centrarse en los conceptos y las leyes, sino también en la naturaleza de la ciencia: una disciplina empírica donde los experimentos juegan un papel crucial. Además, se consideraba que "la realización de trabajos prácticos en la ciencia escolar contribuía a llenar el vacío entre la educación secundaria y universitaria" (De Jong, 1998).

De Jong (1998) propone una fundamentación para los trabajos de los estudiantes en el laboratorio en términos de un conjunto de 7 objetivos:

⁵ "En la década de 1960, los acontecimientos de la política mundial provocaron una reformulación del sistema educativo estadounidense, que se extendió a varios otros países. El factor desencadenante, en el contexto de la guerra fría, fue el lanzamiento del satélite soviético Sputnik, en 1957, que alarmó a los políticos y a la opinión pública de los Estados Unidos, pues creó la sensación de haber perdido la carrera espacial. Se concluyó en ese país que las fallas en la educación científica y tecnológica eran responsables de la catástrofe y, entre otras iniciativas, se puso en marcha un proceso encaminado a cambiar radicalmente la enseñanza de las ciencias. Se decidió: a) formar más científicos, b) modernizar los contenidos escolares, y c) implantar métodos de enseñanza más modernos." Información de internet, revisada el 25 de mayo de 2013 en: http://aportes.educ.ar/biologia/nucleo-teorico/tradiciones-de-ensenanza/ola-de-reformas/el_sputnik_causa_una_cadena_de.php

- Facilitar la comprensión de los conceptos científicos y ayudar a los estudiantes a confrontar sus concepciones actuales.
- Fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas, tales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la toma de decisiones.
- Desarrollar las habilidades prácticas, tales como las destrezas manipulativas e investigadoras.
- Fomentar la comprensión de la naturaleza de la ciencia, por ejemplo, la empresa científica, y la gran diversidad de métodos científicos.
- Fomentar la comprensión de los conceptos subyacentes a la investigación científica, tales como la definición de un problema científico y una hipótesis.
- Desarrollar actitudes científicas, tales como la objetividad y la curiosidad, en la ciencia.
- Suscitar el placer y el interés, también en el estudio de las ciencias.

De tal forma que los trabajos prácticos son oportunidades didácticas para usar y construir modelos escolares que sirva para poner en evidencia las construcciones que elaboran los alumnos alrededor de los contenidos planteados dentro del aula de química en la EMS. Estas representaciones se muestran a través de un lenguaje específico.

Lenguaje en la enseñanza de la química en la EMS

Dos formas de comunicación entre las personas son hablar y escribir. Se aprende el español como lengua de origen y toda la vida se sigue practicando en la interacción con los semejantes. El aprendizaje de la asignatura de química dura mucho menos, pero comparte algo con la instrucción del español: implica adquirir una serie de reglas y conceptos para poder comunicar sus contenidos. ¿Aprender química es semejante al aprendizaje de un lenguaje nuevo?

Lenguaje y pensamiento se condicionan. El pensamiento influye en el lenguaje porque, para fijar un contenido, por ejemplo, es necesaria la delimitación de estrictas definiciones y clasificaciones. El lenguaje influye porque condiciona el pensamiento, puesto que un término definido en forma inexacta o vaga puede dar idea de otro significado, lo que altera la especificidad que debe existir en el lenguaje de la ciencia (específicamente, en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química).

La enseñanza de la química se puede complicar tanto como su aprendizaje; sin embargo, esto no implica que enseñar química sea una tarea poco estimulante; al contrario, se pueden comunicar los contenidos, formas y razones de la química, con la pretensión de que los interlocutores hablen el mismo lenguaje, y al hacerlo, lograr atención, comprensión e incluso motivo.

El aprendizaje de la química presenta algunas dificultades. Johnstone (1982) propone que los conceptos científicos se pueden explicar mediante el uso de tres niveles de representación; estos tres niveles son macroscópico, microscópico (o nanoscópico)⁶ y simbólico. Cada nivel implica el uso de un lenguaje específico; Gable (1999) añade: “La química se puede estudiar en el nivel macroscópico, ser descrita en un nivel microscópico, pero también se puede representar en ambos niveles de una manera simbólica, a través de símbolos químicos, fórmulas químicas y ecuaciones químicas”. Durante las clases de química, los alumnos encuentran signos conocidos con significados desconocidos. Esto lleva a pensar que la enseñanza de la química es parecida a la enseñanza de un lenguaje nuevo (Markow, 1988).

A continuación, se muestra una propuesta gráfica de las relaciones entre el uso y construcción de modelos, los trabajos prácticos y el uso, explícito, de un lenguaje

⁶ Cuando, en 1982, Johnstone escribió su propuesta habló de la representación microscópica; actualmente (2013) el estudio de los sistemas, desde la óptica de la química (y la ciencia en general), se puede realizar en ordenes de magnitud de nanómetros; así, se desarrollan las nanociencias, las nanotecnologías y los nanomateriales. Siendo estos temas, parte de la llamada química de frontera, “uno de los paradigmas más valiosos para la enseñanza de la química, desde la educación básica hasta la superior” (Garritz, 2010).

particular en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química (o las ciencias) en la EMS:

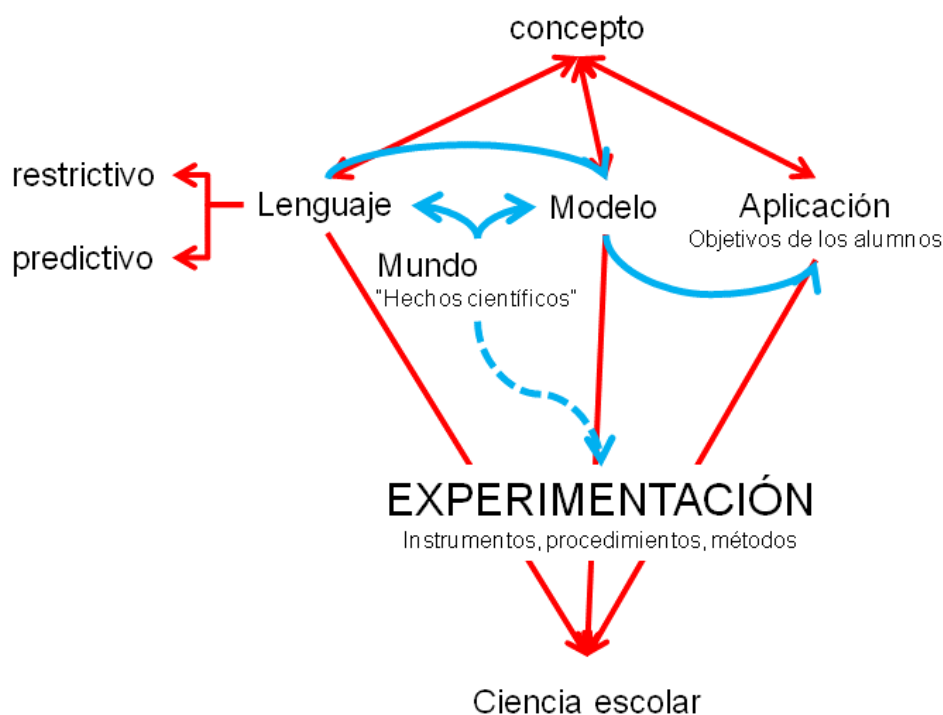


Figura 3. Relación entre lenguaje, modelo y aplicación. Fuente: elaboración propia.

La explicación de un concepto científico requiere de la explicación de varios tipos de representaciones. Se requiere de un lenguaje que limite y prediga el significado del concepto, que ayude a comunicarlo. Un concepto científico está referido a un modelo, y gracias a él se puede aplicar. Lenguajes, modelos y aplicaciones, se implican y convergen en la ciencia escolar⁷; a veces, cruzando por la experimentación (o elaboración de trabajos prácticos). Con el lenguaje, los alumnos (y los docentes) representan los hechos científicos, y al explicarlos se apropian de ellos. Así pues, “hablar, discutir y escribir sobre los fenómenos en los que se puede intervenir puede considerarse el método para la construcción de la ciencia escolar” (Izquierdo y Sanmartí, 1998).

⁷ “La ciencia *escolar* (se enseña, aprende y evalúa en la educación obligatoria) y la ciencia *erudita* (también llamada de los científicos) pueden acercarse si se consideran como dos componentes articulados de una empresa social muy vasta que incide en diferentes aspectos de la vida contemporánea” (Galagovsky et al., 1999).

Lemke (1997) afirma que los significados son elaborados de acuerdo con una serie de convenciones para crearles sentido: “La forma en la que uno habla y cómo lo hace cuando se dirige a otra persona, indica un grupo social, una cultura y un período histórico determinados. A partir de éstos se definen los contextos temáticos. Los grupos sociales reconstruyen por medio de su habla, su escritura, las diferentes formas de razonamiento. A partir de la contextualización puede construirse una teoría completa de los significados y de las relaciones sociales” (Lemke, 1997, pág.12).

El estudio del discurso en el aula es el análisis del lenguaje como sistema de comunicación, no sólo en sus aspectos sintácticos, sino también semánticos, en ambientes escolares. Según Lemke, cuando “hablamos ciencia”, estamos ayudando a crear o recrear una comunidad de personas que comparten ciertas creencias y valores. Esta comunicación es social y resulta siempre un proceso de construcción de la comunidad. El lenguaje, además de vocabulario y gramática, es un sistema de recursos para construir y negociar significados; las actividades escolares se canalizan a través del lenguaje, ya sea oral o escrito. El sistema escolarizado supone un proceso sistemático y progresivo en el cual los alumnos deben aprender no sólo las relaciones entre los conceptos sino también la formalidad del lenguaje que los reúne: el lenguaje de la ciencia en el contexto de las relaciones peculiares de la enseñanza. “El aprendizaje de una ciencia implica el dominio de un determinado lenguaje o sistema simbólico en sus tres aspectos: sintáctico, semántico y pragmático” (Liendro et al., 2000). En consecuencia, ¿cómo se produce este aprendizaje mediante el discurso en el aula? “Lo que se habla o calla, acepta o niega en el diálogo de una clase de ciencias está regulado, entre otras cosas, por un contexto lingüístico” (Stubbs, 1984) que se genera por el propio discurso y se relaciona con los códigos de habla, los tipos de lenguajes usados en la disciplina, su evolución, su lógica y aquella generada por la interacción en la clase. El discurso es parte del proceso educativo y tiene un contexto construido por la institución educativa, el grupo de alumnos y la relación emocional entre los miembros de la clase pero, a su vez, genera y desarrolla un nuevo contexto en la medida en que se va elaborando su presentación. La

interacción que provoca fomenta la difusión de los mensajes de sus participantes y enfrenta argumentaciones que derivan de los significados personales y sociales. En algún punto de esta trayectoria se logra una negociación de significados entre el par alumnos-docente y entre los alumnos. Vigotsky (1979), desde la psicología, fundamenta el lugar que ocupa la mediación que provoca el lenguaje en el aprendizaje. Muestra la necesidad de comprender la distancia que debe recorrer el niño (o joven) entre lo que ya sabe y lo que puede llegar a aprender con ayuda de otro (el docente u otro alumno). Actualmente es reconocida la importancia de la construcción de significados propios por parte del alumno y de la función que ocupa el docente por las estructuras cognitivas (Bruner, 1988) que puede proporcionar al proceso de aprendizaje y evaluación de sus alumnos.

El conocimiento científico se expresa a través de la palabra que permite la comunicación de sus verdades provisionales. Ya sea entre especialistas o en situaciones de aprendizaje en el aula, la ciencia es un saber que se comunica de persona a persona; y los medios de comunicación de que disponen los seres humanos, los conocimientos o saberes previos que posean sus alumnos y el contexto o situación, determinan la forma y el contenido de los mensajes. ¿Se puede aprender química, en la EMS, sin el manejo del lenguaje técnico? El manejo del lenguaje y la comprensión de los conceptos es un objetivo importante para el aprendizaje de la química porque es imposible aprenderla sin aprender e interpretar correctamente, a la vez, su discurso. Sin perder de vista que el lenguaje es tan poderoso que sirve para transmitir las ideas, ocultar las ideas y ocultar la ausencia de ideas.

Comprender un concepto científico no consiste solamente en conocer el significado preciso de su definición, es necesario saber más. Es necesario saber conocer en qué contexto surge, con qué otros conceptos se relaciona y se diferencia, en qué condiciones sociohistóricas se formó, qué cambios ha sufrido, etc. En efecto, un concepto se idea como una hipótesis que trata de solucionar un problema de la teoría y, por ello, su campo de validez depende no sólo del propio concepto sino también de la teoría en la que se ha formado. Los epistemólogos

están de acuerdo en aceptar que las teorías y los conceptos sufren cambios históricos que pueden ser, a veces, graduales (Toulmin, 1972) y, otras veces, más radicales. En este último caso se considera que un cambio paradigmático implica, incluso, la imposibilidad de comparar el concepto nuevo con el viejo (Kuhn, 1962). En cualquier caso, el análisis de los cambios que se producen en un concepto pueden hacerse estudiando el contexto de investigación en el que fue construido y ver si ese marco teórico inicial ha cambiado o no posteriormente (Furió, 1999).

Enseñar química implica enseñar un lenguaje, un modo de ver “el mundo de las sustancias”, sus transformaciones químicas y físicas y sus modelos conceptuales. Aprender (y evaluar) la química es aprender (y evaluar) su lenguaje y nuevas posibilidades de percibir es “mundo de las sustancias”, esto es, aprender los conocimientos químicos de modo significativo, aprender su lenguaje, sus símbolos, sus procedimientos, sus instrumentos y esto es posible por medio de la interacción social en el aula mediante el intercambio y la clarificación de significados, y en este proceso el lenguaje es un mediador inseparable. El desarrollo de conceptos científicos se centra en la semántica, un concepto científico se relaciona con su objeto sólo de un modo mediado, a través de conceptos establecidos previamente, lo cual provoca el desarrollo cognitivo de conceptos espontáneos y el desarrollo semántico del habla (Vygotsky, 1979). Los conceptos e ideas estudiados en química son abstractos, debido a esto, se emplean analogías, modelos o interpretaciones más “fáciles” de procesar; los sentidos pueden ayudar a recabar cierto tipo de información, al permitir percatarse, “sentir”, estudiar y analizar los fenómenos o cambios del ambiente en un nivel macroscópico, fenomenológico, cotidiano; sin embargo, existe el riesgo de quedar con una comprensión sesgada si sólo se emplea ese plano de la realidad. La química explora fenómenos a niveles microscópicos, moleculares, atómicos, nanoscópicos, y en esta escala el sentido común deja de ser útil. A estos dos niveles (macro y micro⁸) se les puede representar de una forma simbólica,

⁸ Ver pie de página 6. A lo largo del texto, cuando se mencione microscópico o micro se recomienda pensar también en la posibilidad nanoscópica o nano. Se eligió mencionar microscópico y micro porque es como lo planteó originalmente Johnstone, en 1982.

teniendo como resultado tres formas, planos o niveles de interpretación y representación de los materiales (de los sistemas de estudio):

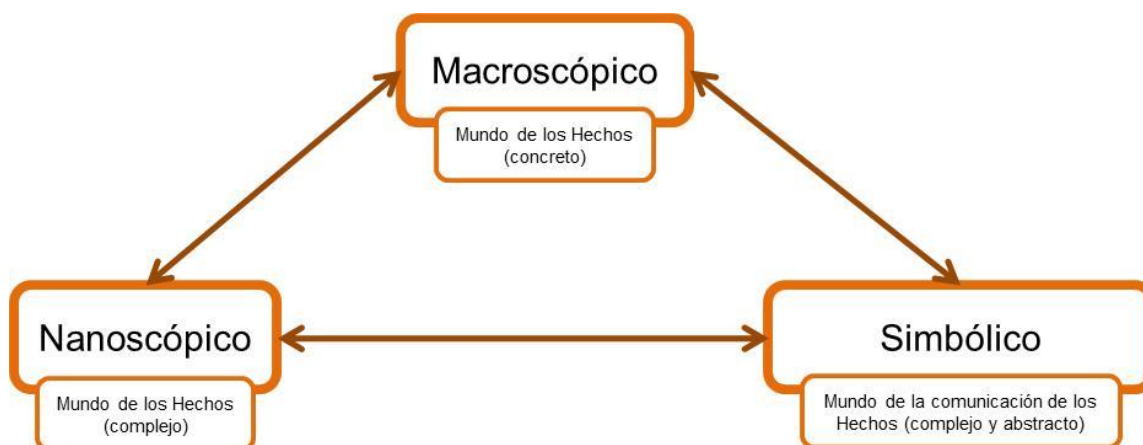


Figura 4. Tres niveles de representación de la química. Editado de: Johnstone, 1991.

Comunicar una idea implica organización del pensamiento y en esta organización o reconstrucción de ideas, se pueden dar variadas interpretaciones a los pensamientos implicados, explicar algo es una buena manera de reducir a lo familiar (cotidiano) algún conocimiento; existe un factor cultural, que influye en las interpretaciones, creencias o intuiciones hacia la traducción de la realidad; dicho factor cultural es parte de la forma de aprender, enseñar y evaluar en una situación didáctica. En la secuencia de decisiones y acciones, para explicar un suceso, fenómeno o idea, se va entendiendo que las explicaciones “simples”, no son explicaciones “fáciles”; los alumnos parecieran pensar lo contrario (ver figura 2).

El propio lenguaje que utilizan los químicos tiene diferentes significados para un mismo símbolo; pensemos en un símbolo de un compuesto químico. En una tabla podemos observar H_2O ⁹ para representar una molécula o cierta cantidad de agua; de esta forma saltamos del nivel micro al nivel macroscópico, a veces con consecuencias no muy pedagógicas. La escritura es una actividad que acompaña a los estudiantes en todo su recorrido académico y es una herramienta útil de la construcción del conocimiento; así como se aprende el alfabeto en la clase de

⁹ “...la fórmula química que casi todo el mundo conoce es la fórmula del agua, H_2O ” (Atkins, 2011)

español, es necesario conocer el alfabeto de la química, sin olvidar que los símbolos químicos pueden tener diferentes interpretaciones en diferentes niveles de representación (ver figura 3). El empleo de modelos, analogías y metáforas, sirve para reforzar los tres niveles de interpretación de la química; y hacer que estos saltos no sean saltos mortales para los estudiantes. Ahora bien, la simbología tendrá mayor significado siempre que se pueda hacer una conexión con ideas comprendidas previamente, un símbolo por sí mismo puede aclarar o complicar el entendimiento de la idea que lleva implícita. En este punto resulta conveniente voltear hacia los otros dos niveles de representación: el nivel micro (nano) y el nivel macro. El mundo de las “partículas”, es parte del área de acción de la química, puede parecer o incluso ser, un objeto intelectual complicado, pero no por eso inexplorable; cierto es que implica un esfuerzo mental ya que involucra al pensamiento abstracto:

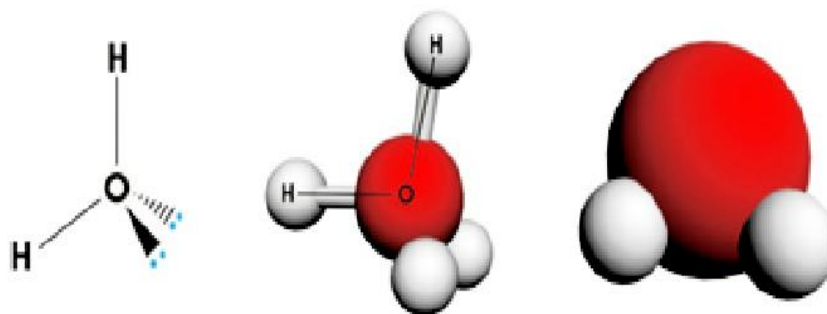


Figura 5. ¿Cuál es la representación correcta? ¿Existe una correcta? ¿La naturaleza se comporta así? ¿Cuál conviene enseñar? ¿Para qué enseñar esto; sirve de algo?¹⁰

En muchas explicaciones del profesor o de libros de texto se emplea el nivel microscópico o se le da tal énfasis que pareciera tener una mayor jerarquía que los otros dos niveles de interpretación, los alumnos lo encuentran como un obstáculo en su aprendizaje ya que no lo reconocen como algo familiar, los problemas de aprendizaje se agudizan cuando este nivel micro salta al nivel simbólico y los alumnos estudian cosas como que una partícula puede ser un

¹⁰ Imagen tomada de: Castillejos, A. (coord.), Enrique Bazúa Rueda, Maribel Espinoza Hernández, Nahiel Greaves Fernández, Ana Martínez Vázquez, Kira Padilla Martínez, Cristina Rueda Alvarado, Ana María Sosa Reyes y Luis Miguel Trejo Candelas, Conocimientos Fundamentales de Química. Volumen I (Libro de texto para bachillerato UNAM). México D.F.: Pearson Educación y Universidad Nacional Autónoma de México, 192 p., 2006.

átomo o una molécula; las mismas palabras como partícula y sustancia involucran generalidades, significados, sentidos, que no necesariamente se quedan estáticos en el nivel microscópico. Ciertamente hablar de átomo como conjunto de “partículas” (electrones y protones) es diferente que hablar de compuesto como conjunto de “partículas” (átomos o elementos químicos) con proporción definida. Es necesario reflexionar sobre sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje, como una forma de “abusar” de estos cambios o saltos de nivel de representación. Estos cambios o saltos de nivel de representación, se pueden estudiar como diferentes interpretaciones para acercarse a un objeto de conocimiento. De manera que “la lectura”, de esta enseñanza y aprendizaje, puede ser entendida como un proceso de construcción de significados, en el que intervienen la intencionalidad del autor, la materialidad del texto y las potencialidades de re-significación del lector:

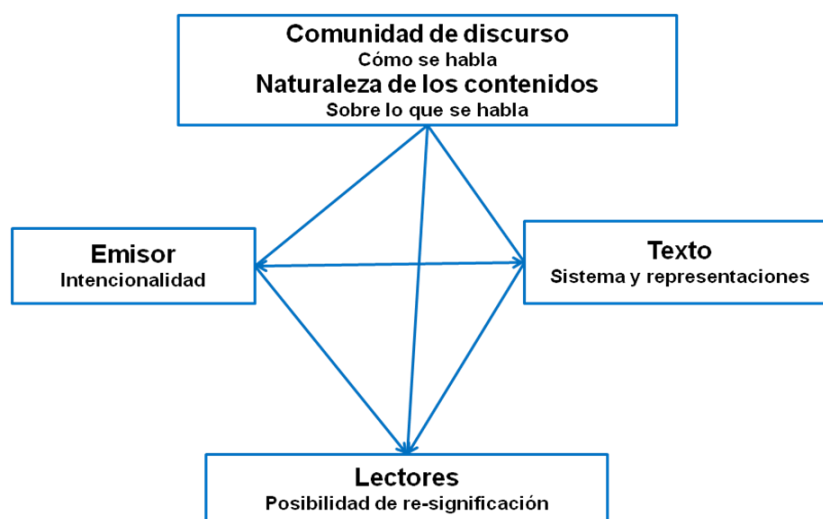


Figura 6. Proceso de construcción de sentidos: la intencionalidad del autor, la materialidad del texto y las potencialidades de re-significación del lector.¹¹

El autor (comunidad científica, científico, docente) presenta un discurso en el que explicita una intencionalidad, que se concreta a través de las funciones descritas por Lemke (1998a, 1998b): presentación, organización y orientación, para lo cual hace uso del lenguaje. El lenguaje se materializa mediante el uso de sistemas de

¹¹ Editado de: Lombardi, G., Caballero, C. (2007). Lenguaje y discurso en los modelos conceptuales sobre equilibrio químico. Documento de internet, recuperado el 26 de mayo de 2013, en: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n3/v12_n3_a6.htm

representaciones textuales y no textuales. Representaciones en las que las reglas que permiten relacionar el mundo representado con el representante se constituyen en convenciones que conforman el discurso en un campo disciplinar, el cual se expresa mediante una narrativa que comparte las convenciones del “monólogo científico formal” como lo llama Smolin (1997). Las características de este lenguaje están determinadas por la naturaleza de los contenidos y por las comunidades de discurso, por ejemplo, la comunidad de químicos (científicos y docentes).

Es importante destacar que a través de esas funciones (presentación, organización y orientación) mediadas por el texto, es posible establecer una relación de diálogo entre autor (docente)/lector (alumno). En este diálogo el alumno puede aceptar o refutar los planteamientos del docente. Sin embargo es común, en particular en la enseñanza en la EMS, que la relación que se establece entre ellos sea de naturaleza tal que el lector normalmente acepta los planteamientos del autor, toda vez que las posibilidades de re-significación del lector-alumno son limitadas al no disponer de amplios repertorios conceptuales. Por esta razón, el lector-alumno genera un proceso de producción del mismo sentido en diferentes formas, es decir, “un proceso *parafrástico*, en contraposición a los procesos *polisémicos* en los que pueden producirse diferentes sentidos” (Orlandi, 1996):

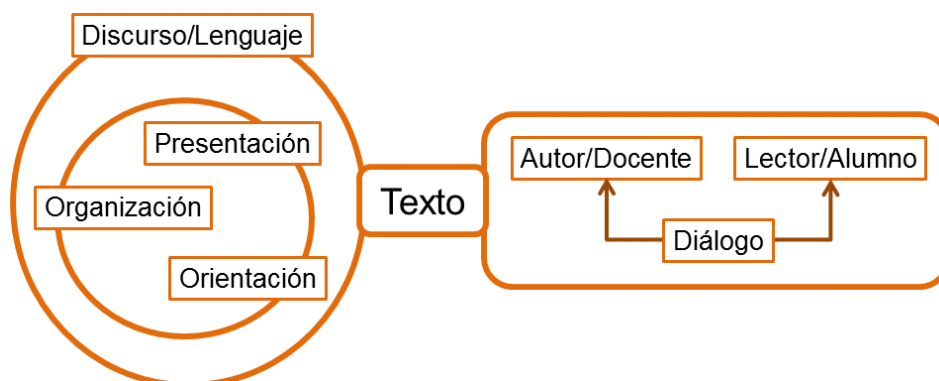


Figura 7. Mediación del texto entre el discurso/lenguaje y el autor/lector. Fuente: elaboración propia.

Las posibilidades de re-significación dependen, entre otros factores, del dominio del sistema de recursos semióticos, es decir, del lenguaje, de manera que el

conocimiento de él es un requisito para poder apropiarse del discurso. Apropiarse del discurso permite la aplicación de los modelos conceptuales para resolver problemas nuevos. No es de extrañar que entre las comunidades de profesores exista la idea consensuada que comprender se expresa como la aplicación del conocimiento asimilado, sin embargo, se reconoce empíricamente como un verdadero problema pedagógico el que los estudiantes logren aplicar el conocimiento a la resolución de problemas.

En el caso particular de la química, dominar su lenguaje implica que el aprendiz pueda establecer relaciones conceptuales entre representaciones en los diferentes niveles, así como transformar una representación entre un nivel y otro, lo que conduce a plantear como objetivo de aprendizaje el desarrollo de habilidades representacionales. Para Wu (2003) el desarrollo de habilidades representacionales implica poder realizar acciones que permitan al sujeto que aprende:

- generar representaciones para un propósito particular;
- utilizar las representaciones para dar explicaciones;
- utilizar las representaciones en un contexto social, por ejemplo, en la escuela, para comunicar su comprensión; y
- establecer relaciones entre diferentes representaciones.

Tema estructurante: reacción química

El tema reacción química, en todos los niveles educativos es la idea central para enseñar, aprender y evaluar la química, por la gran cantidad de conceptos, símbolos, modelos, experiencias, etc., que engloba (ver figura 16, página 79). El nivel de profundidad en que se estudia este concepto se modifica en el currículo según el grado escolar del estudiante. De manera que, la enseñanza de la química, desde el nivel más elemental hasta la EMS, demanda que el alumno se familiarice con este proceso a partir de una versión más cotidiana, macroscópica.

¿Por qué hasta la EMS? Independientemente si la o el joven cursan el CCH o la ENP (por mencionar dos de los diferentes tipos de EMS) si no eligen estudiar una carrera científica, el primer año de su EMS será la última vez que tengan la oportunidad de estudiar de manera formal química. Y todo esto puede ser un primer problema de aprendizaje si el currículo no está estructurado adecuadamente, si los libros de texto no son apropiados, si los docentes son poco reflexivos (por ejemplo, en su forma de presentar los contenidos), si los alumnos están poco motivados, entre algunos factores. Martínez et al (2010) se preguntan (y proponen algunas respuestas) sobre dos hipótéticas egresadas de la EMS cuyos destinos universitarios no están en el estudio científico "...¿qué les queda de todo lo que intentamos enseñarles de ciencias? ¿Qué saben de química y para qué les sirve?

Dentro de los obstáculos más recurrentes en la enseñanza del tema de reacción química en la EMS (por mencionar sólo algunos) están presentes: el currículo, la enseñanza tradicional, sumada a los múltiples problemas en los libros de texto (Galagovsky, 2003).

Con respecto al currículo, los contenidos se presentan sobrecargados en la mayoría de los programas, lo que no deja tiempo para la comprensión de los temas, además los temas seleccionados sólo son útiles para aquellos que van a seguir una carrera estrechamente vinculada a la ciencia. Por otro lado la enseñanza tradicional se enfoca en una sucesión de hechos descontextualizados, que se tienen que aprender, sin que sea explícito el valor que estos conocimientos tienen en la vida de los estudiantes (Caamaño, 2006). Según Calatayud, Gil y Gimeno (1992), este modelo de enseñanza (tradicional) tiene su fundamento en unas suposiciones inadecuadas:

- Enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación.
- El proceso de enseñanza-aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados.

- El fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: falta de nivel, falta de capacidad, etc.

Unido a la dificultad en la distinción entre elemento, compuesto y mezcla aparece el entendimiento de la reacción química. Los estudiantes experimentan dificultades para reconocer cuándo ocurre una reacción química. Gensler (1970) tiene un señalamiento que es valioso considerar: cuestionar la capacidad de las y los estudiantes para distinguir y explicar una reacción química ya que su modelo corpuscular de la materia es pobre ya que descansa, sobre todo, en la evidencia sensorial. Ahtee y Varjola (1998) sugieren que para ayudar a los alumnos a formular una idea clara de reacción química, debe presentarse un conjunto de fenómenos dentro de un enfoque que estimule la observación y la comunicación (Kind, 2004).

Todos estos problemas y más han sido analizados en estos últimos años en investigaciones, desde el punto de vista de las finalidades que habría de tener la educación química y de las propuestas didácticas que la investigación educativa ha realizado. Se ha encontrado que las características, de la educación química, son (Izquierdo, 2004; Herradón 2011; Fernández 2013):

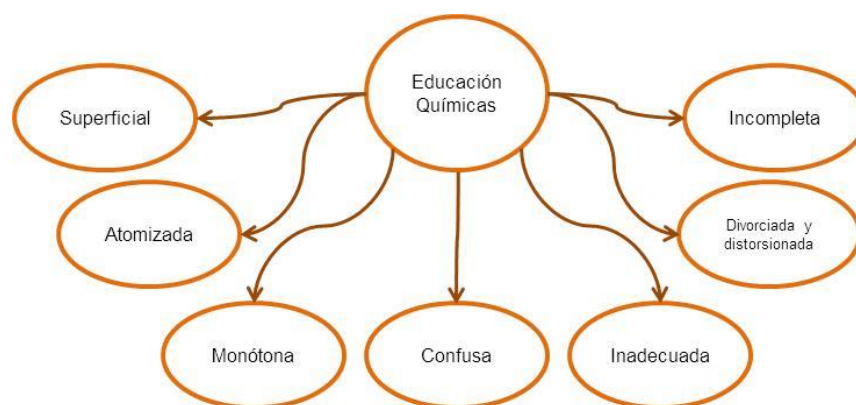


Figura 8. Características de la educación química. Fuente: elaboración propia.

- **Superficial** porque involucra una revisión rápida de temas, sin reflexión, sin retroalimentación, poco descriptiva. No se presta suficiente atención a la comprensión química a través de los procesos de modelización.

- **Atomizada** porque se presentan diversos temas o conceptos y no se relacionan entre sí, o no se relacionan a otros contextos. Esto a su vez provoca dificultad en el uso del lenguaje químico. Conforme se avanza el programa de estudios, la complejidad de la enseñanza y del aprendizaje de la química, aumenta ya que todos sus conceptos se van relacionando hasta formar un gran entramado.
- **Monótona** ya que se utilizan preferentemente la exposición oral y no se utiliza una diversidad de estrategias didácticas.
- **Confusa** puesto que se mezclan aspectos macroscópicos, microscópicos y simbólicos a la vez.
- **Inadecuada**, a causa de que cuando se utilizan actividades experimentales, lo que logran es impactar y conquistar la atención, de los alumnos, al estilo “show de química” (con electricidad, flamas, ruido u otros efectos de energía), sin que haya un trabajo de reflexión, y búsqueda de explicaciones.
- **Divorciada y distorsionada**, la teoría de la práctica. Existe escaso o nulo énfasis en la relación entre el mundo macroscópico de las observaciones (en la práctica) y el mundo microscópico de los átomos y las moléculas (en la teoría).
- **Incompleta**, ya que se trabajan poco las habilidades comunicativas: describir, explicar, justificar, sacar conclusiones, redactar un informe, participar en un debate, etc.

Debido a la gran importancia de este tema, se han diseñado infinidad de propuestas para su enseñanza. De entre las propuestas innovadoras para introducir el tema en la EMS sobresale la presentada por Wobbe de Vos y Adri H. Verdonk en la década de los ochentas, del siglo pasado (de Vos y Verdonk, 1985; 1986 y 1987). A pesar de que esa propuesta no se basa en entender terminología detallada (enfoque tradicional), y que en su lugar presenta procesos químicos que obligan a los estudiantes a pensar explicaciones sobre lo que ven, para ayudarles a formar un punto de vista aceptado de la reacción química (Kind, 2004), su impacto en el ámbito educativo ha sido mínimo (Hesse, 1992; Hofstein, 2004).

Ubicación de los contenidos abordados en la propuesta didáctica en diferentes programas de estudio

El presente estudio fue realizado en colaboración con un grupo alumnos de primero y segundo semestre en el CCH, plantel Sur. Sin embargo, la propuesta didáctica mostrada en este documento puede aplicarse a otras instituciones de EMS debido a que los contenidos y el enfoque educativo usado para construirla se comparten entre diferentes programas de estudio.

“La materia de química contribuye a la cultura básica del estudiante promoviendo aprendizajes que le permitirán desarrollar un pensamiento flexible y crítico, de mayor madurez intelectual a través de comunicar en forma oral y escrita sus ideas e interpretaciones respecto a los fenómenos estudiados, así como sus juicios de valor acerca de las repercusiones sociales y medio ambientales que tienen hechos relacionados con esta ciencia.”¹² (ver figura 7)

“El aprendizaje de la química ha sido en su mayor parte memorístico, enciclopédico y, sobre todo, descontextualizado de la realidad ecológica, social y económica... Los propósitos generales del curso son: ayudar al alumno para que adquiera una cultura científica que le permita desarrollar su capacidad de analizar la información de manera crítica; aplicar sus conocimientos; comunicarse en forma oral y escrita.”¹³ (ver figura 9)

“El programa de química está orientado hacia una educación centrada en el aprendizaje dentro de un marco constructivista, cuyos principios establecen que para que se dé el aprendizaje, éste deberá de ser significativo; concretamente, es un proceso subjetivo y personal que deberá estar contextualizado y darse de una manera cooperativa aplicándolo en actividades que requieren los procesos de socialización del aprendizaje en forma oral, escrita o gráfica.”¹⁴ (ver figura 8)

Paradigma de la investigación

Uno de los propósitos de la educación científica, y en particular de la educación química, es capacitar a los alumnos para el uso de un lenguaje particular de forma significativa y apropiada. Hacer explícita la enseñanza y el aprendizaje de dicho lenguaje específico, contribuye a una mejor comprensión (y por ende, mejor evaluación) por parte de los estudiantes de la EMS.

Tabla 1. Relación entre tres programas de EMS y el paradigma de la investigación que sustenta la propuesta didáctica.

¹² Programa de Estudios de Química I y II. Colegio de Ciencias y Humanidades. UNAM

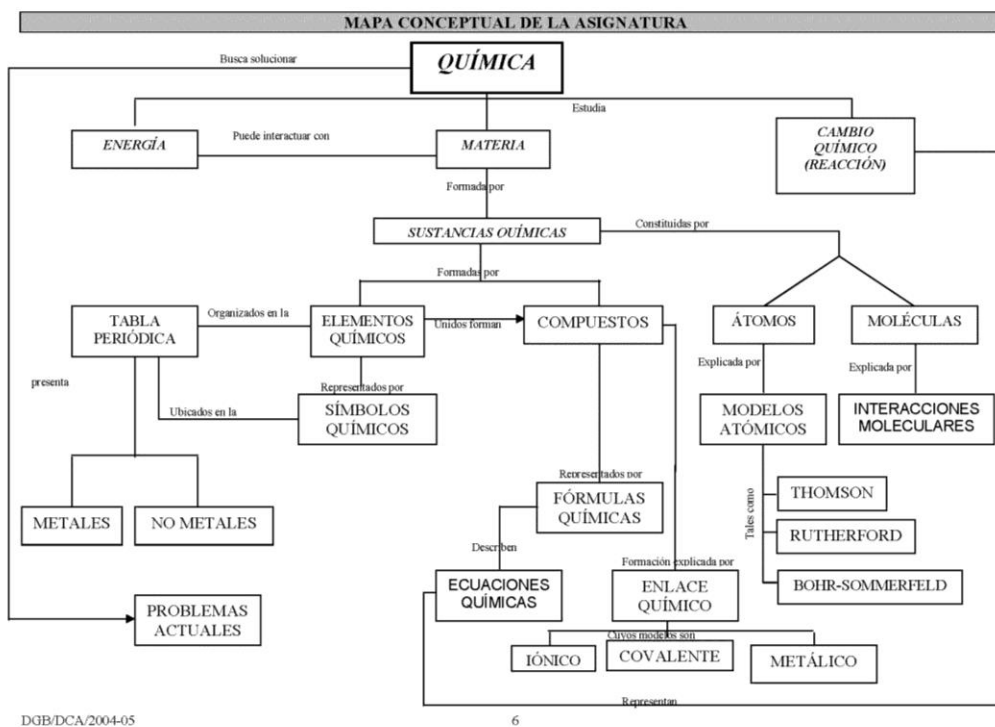
¹³ Programa de Estudios de la Asignatura Química III. Escuela Nacional Preparatoria. UNAM

¹⁴ Programa de Estudios de la Asignatura de Química. Dirección General de Bachillerato. SEP



Figura 9. Organizador gráfico del programa de química I y II según el plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

DGBPEPR14RE-012



DGB/DCA/2004-05

6

Figura 10. Organizador gráfico de la asignatura química. Dirección General de Bachillerato: SEP¹⁵.

¹⁵ Dirección General de Bachillerato. SEP. Programas de estudio. Ver: <http://www.dgb.sep.gob.mx/02-m1/03-iacademica/programasdeestudio.php>

1ª unidad	2ª unidad	3ª unidad
<p style="text-align: center;">CONTENIDO</p> <p>1.2.2. Clasificación de la materia. Sustancias puras: elementos Y compuestos. Mezclas: homogéneas y heterogéneas,</p> <p>1.2.3. Composición de la materia: átomos y moléculas.</p> <p>1.2.4. Partículas subatómicas. Número atómico, número de masa, masa atómica e isótopos.</p> <p>1.2.5. Propiedades físicas y cambios físicos.</p> <p>1.2.6. Propiedades químicas y cambios químicos.</p> <p>1.2.7. Ley de la conservación de la materia.</p> <p>1.2.8. La energía y las reacciones químicas.</p>	<p style="text-align: center;">CONTENIDO</p> <p>2.2• Reactividad de los componentes del aire:</p> <p>2.2.1 • Algunas reacciones del N₂, O₂, y CO₂.</p> <p>2.2.2. Reacción del oxígeno con metales y no metales.</p> <p>2.2.3. Tabla periódica.</p> <p>2.2.4. Símbolos de Lewis y enlaces covalentes.</p> <p>2.2.5. Reacciones de combustión.</p> <p>2•2.6. Reacciones exotérmicas y endotérmicas.</p> <p>2.2.7. Calores de combustión.</p> <p>2.2.8. Energías de enlace.</p>	<p style="text-align: center;">CONTENIDO</p> <p>3.3.2. Propiedades del agua: Puntos de fusión ebullición. Densidad. Capacidad calorífica. Calores latentes de fusión y de evaporación. Tensión superficial. Poder disolvente.</p> <p>3.3.3. Composición del agua: electrólisis y síntesis.</p> <p>3.3.4. Estructura molecular del agua: Enlaces covalentes. Moléculas polares y no polares. Puentes de hidrógeno.</p>
4ª unidad	5ª unidad	
<p style="text-align: center;">CONTENIDO</p> <p>4.2. Petróleo, un tesoro de materiales y de energía.</p> <p>4.2.1. Importancia del petróleo para México.</p> <p>4.2.2. Hidrocarburos: alcanos, alquenos y alquinos.</p> <p>4.2.3. Combustiones y calor de combustión.</p> <p>4.2.4. Refinación del petróleo.</p> <p>4.2.5. Fuente de materias primas.</p> <p>4.2.6. Alquenos y su importancia en mundo de los plásticos. Etileno y polietileno.</p>	<p style="text-align: center;">CONTENIDO</p> <p>5.1. Elementos esenciales para la vida:</p> <p>5.1.1. Tragedia de la riqueza y de la pobreza: exceso y carencia de alimentos.</p> <p>5.1.2. Sales minerales de: Na, K, Ca, P, S, Cl.</p> <p>5.1.3 Trazas de minerales: Mn, Fe, I, F, Co y Zn.</p> <p>5.1.4 Vitaminas.</p> <p>5.2. Fuentes de energía y material estructural</p> <p>5.2.1. Energéticos de la vida: Carbohidratos, estructura y grupos funcionales.</p> <p>5.2.2. Almacén de energía: Lípidos, estructura y grupos funcionales.</p> <p>5.2.3. Proteínas, su estructura y grupos funcionales.</p> <p>5.2.4. Requerimientos nutricionales.</p>	

Figura 11. Fragmentos del programa de química III según el plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Fuente: elaboración propia.

Con lo esquematizado se muestra de forma concreta que el uso de la propuesta didáctica desarrollada en este estudio no está limitado al contexto curricular del CCH.

2. Objetivos

General: Elaborar una propuesta didáctica sobre el tema de la reacción química, acorde a los contenidos de las asignaturas de Química I y II, según el Plan de Estudios Actualizado 1996, del Colegio de Ciencias y Humanidades, en donde sean explícitas las implicaciones que tiene para la práctica docente el análisis de la comunicación didáctica, el discurso empleado y los tipos de representaciones usados en este proceso escolar.

Particular 1: Elaborar instrumentos para obtener evidencias (y analizarlas) sobre el discurso empleado por el par docente-alumnos en el proceso educativo correspondiente al tema de la reacción química, acordes a los contenidos de las asignaturas de Química I y II, según el Plan de Estudios Actualizado 1996, del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Particular 2: Analizar los tipos de representaciones (lenguajes) empleados en la enseñanza, aprendizaje y evaluación del tema de la reacción química (representada por una ecuación química), poniendo especial atención en las ventajas y desventajas de hacer explícita su presentación en el discurso empleado durante la comunicación dentro del aula.

3. Metodología

Hacer nuevas preguntas o considerar anteriores desde otro punto de vista requiere creatividad.

El propósito metodológico central de esta investigación fue realizar un estudio descriptivo interpretativo, desde un estudio de caso, de un grupo de jóvenes alumnos de EMS perteneciente a una comunidad educativa (el CCH, plantel Sur). La intención fue conocer de cerca el proceso de cambio educativo (si es que lo hubo) que experimentó este grupo, producto de la propuesta didáctica presentada por el autor de la investigación.

El estudio de caso es especialmente apropiado para investigadores individuales, porque da oportunidad de poder estudiar en profundidad un aspecto de un problema dentro de una escala de tiempo limitada. Se ocupa principalmente de la interacción de los factores y los acontecimientos. “La gran virtud del método de estudio de caso es que el investigador se puede concentrar en un caso o una situación concreta para identificar, o tratar de identificar, los diversos procesos interactivos que intervienen” (Bell, 2002).

La relevancia de esta investigación se centra principalmente en generar un espacio de discusión y metarreflexión, respecto a los procesos que vivenció el grupo de jóvenes junto con la maestra titular y lo que ello implicó para el autor del estudio como parte de su desarrollo como persona, como alumno de posgrado y como docente en ejercicio.

Al asumir la tarea de observar, analizar, intervenir, proponer y volver a analizar la práctica docente de la profesora titular resultó fundamental establecer y comunicar una serie de supuestos metodológicos previos para facilitar la tarea de análisis y conclusión posterior:

- El observador interfiere de forma significativa en el desarrollo de la clase a través de la aceptación y orientación de la profesora titular.

- La docente observada ha aceptado tal situación en los términos en los que se concibe la observación de clases dentro del marco de la formación de nuevos profesores (no como una evaluación de su desempeño frente a las y los alumnos).
- La profesora observada asume frente al observador un perfil de profesional docente con amplia experiencia y despliega parte de su “arsenal de estrategias didácticas” durante su desenvolvimiento al frente del curso.
- La observación, análisis, intervención, propuesta y obtención de conclusiones no intentan evaluar el conocimiento específico real de la asignatura, ni el conocimiento didáctico del contenido¹⁶ que tienen la docente observada.

De manera general, la investigación estuvo distribuida de la siguiente forma:

Práctica Docente I. Segundo semestre	Práctica Docente II. Tercer semestre	Práctica Docente III. Cuarto semestre
1. Conocimiento del contexto del grupo. 2. Diseño y Planeación de las actividades. 3. Observación de mi práctica docente. 4. Aplicación y validación del diagnóstico sobre lenguaje de la química. 5. Introducción de las actividades propuestas y enriquecimiento de ellas.	1. Aplicación del diagnóstico sobre lenguaje de la química y el contexto de alumnos y alumnas. 2. Elaboración y aplicación de los instrumentos.	1. Análisis de la elaboración y aplicación de los instrumentos. 2. Reestructuración de la propuesta didáctica.

Tabla 2. Distribución de la investigación a lo largo de la asignatura Práctica Docente.

¹⁶ Sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) o conocimiento pedagógico del contenido (CPC), Shulman (1987) nos dice: “es el conocimiento que va más allá del tema de la materia per se y que llega a la dimensión del conocimiento del tema de la materia para la enseñanza... se incluye, para los tópicos más regularmente enseñados en el área temática del profesor, las formas más útiles de representación de estas ideas; las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros.”

El trabajo de campo consistió en observaciones participantes y elaboración de un diario de clase. Las observaciones se realizaron en las clases “comunes” en el periodo del semestre 2009-I al semestre 2010-I, y se enfocaron en las distintas actividades que la profesora titular proponía a los estudiantes y la interacción entre ellos (docente titular-alumnos).

De manera gráfica, la metodología de la observación¹⁷ para el diseño de las planeaciones y ejecución de las intervenciones docentes, fue:

Qué observo:	El proceso de comunicación docente-alumnos, que se establece en los planteamientos didácticos-disciplinarios, en una clase de química de EMS.
Nivel de análisis:	Grupo-proceso psicológico (enseñanza, aprendizaje y evaluación como proceso comunicativo).
Cómo se hizo:	Mediante un observador que registra la interacción entre docente y todo el grupo (27 alumnos; 17 mujeres y 10 hombres).
Cuándo se observó:	Martes y jueves dos horas (de 7 a 9 horas) y viernes una hora (de 8 a 9 horas).
Dónde se observó:	En el aula-laboratorio 16, del edificio E, del CCH-Sur.

Tabla 3. Metodología de la observación.

Como parte de las actividades de la maestría, particularmente de la asignatura práctica docente, se realizaron algunas intervenciones docentes con el consentimiento y guía de la profesora titular. La metodología empleada en las participaciones con los alumnos implicó que los contenidos básicos se presentaron en un proceso en espiral donde cada uno se vuelve a abordar en la siguiente

¹⁷ La intención de tales observaciones fue el de desarrollar diferentes planos de análisis para evaluar la eficiencia de los procesos comunicativos que ocurren en las clases de química, en la EMS, y tomar esos planos como indicadores que permitieran repensar el futuro rol docente del observador (el autor de la tesis) a través de las implicaciones para su formación profesional y la mejora de su práctica docente (Galagovsky, 1998).

unidad o bloque con una mayor profundidad y con un campo de aplicación más amplio; con ello se pretende que el alumno modifique paulatinamente sus esquemas de pensamiento y se propicie la adquisición de aprendizajes significativos¹⁸.

La metodología de intervención docente empleada pretende fomentar que el estudiante construya su conocimiento a través de un circuito de preguntas-respuestas-contrastación de ideas (individual y en equipo)-explicaciones-nuevas preguntas (ver figura 10), basado en la búsqueda, la reflexión y el análisis de la información obtenida, lo que contribuye al desarrollo de sus habilidades intelectuales.



Figura 12. Circuito didáctico. Fuente: elaboración propia.

En la siguiente tabla se clasifican los tipos de preguntas según la finalidad didáctica que tienen con la intención de que las y los estudiantes aprendan ciencia escolar:

Tipo de pregunta	Finalidad
¿Qué hay? ¿Dónde? ¿Cómo es? ¿Cuánto mide? ¿Cuántos años hace que...? ¿Cómo podemos saber qué lejos está?....	Describir la estructura del sistema objeto de estudio

¹⁸ "Aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. Para Ausubel (1963, p. 58), el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento" (Moreira, 1997).

¿Qué pasa? ¿Cómo cambia? ¿Qué no cambia? ¿Cómo funciona?...	Describir procesos
¿Cómo es que ahora es más grande, de un color diferente, ha cambiado de dirección, no es igual ahora que antes o aquí que allá?...	Interpretar al explorar y al comparar
¿A qué se debe este hecho? ¿Cómo es que ha sucedido? ¿Qué variables pueden haber influido? ¿Qué factores pueden condicionar que suceda?...	Analizar las razones de las causas y de las consecuencias
¿Cómo me imagino el sistema por dentro? ¿Qué entra y qué sale? ¿Cómo estarán relacionadas las partes?...	Imaginar, cambiar de escala
¿Cómo se puede saber si...? ¿Qué habríamos de hacer para comprobar si...?...	Comprobar modelos
¿Qué pasaría si...? ¿Cómo será dentro de unos años? ¿Sería distinto si...?	Hipotetizar y hacer predicciones
¿Qué podríamos hacer? ¿Cuál es la actuación más idónea? ¿Para qué podría ser útil?...	Actuar, gestionar
¿Es una buena idea? ¿Es una buena forma de actuar?...	Opinar y valorar

Tabla 4. Preguntas de interés para aprender ciencias (Sanmartí, 2008).

Este “circuito didáctico” es relevante por la aportación al pensamiento estratégico, por un lado, del docente como agente encargado de la planificación del proceso de enseñar, aprender y evaluar; pero sin dejar fuera de esta responsabilidad, por otro, a las y los estudiantes quienes deberán encontrar “los mejores caminos” para generar su propio aprendizaje, a partir del reconocimiento de sus propias capacidades, sus necesidades de aprendizaje y el establecimiento de sus metas en términos de logros explícitos.

Pensar estratégicamente implica un proceso de visualizar el futuro, sembrarle objetivos y tender los puentes desde el presente considerando los cambios continuos del entorno y sus participantes. Para concretar esto, se elaboraron planeaciones de clase antes de intervenir con el grupo. A continuación se muestra un ejemplo concreto de la aplicación del modelo empleado:

Planeación de Clase de la Actividad de Inicio

Asignatura: Química I	Nivel: EMS	Grado: 1er semestre	Grupo: 126	Fecha: 2/octubre/08	Tema: Elementos, compuestos y mezclas
<p align="center">Objetivos de la intervención:</p> <p>1.-Que el alumno desarrolle habilidades y destrezas relativas a la observación, cuantificación e interpretación de fenómenos químicos de manera que pueda: Aplicar los conceptos de mezcla, compuesto, elemento, enlace, molécula, átomo, red y reacción química para explicar las propiedades y usos del agua, oxígeno e hidrógeno (Plan de Estudios Actualizado, 1996)¹⁹.</p>					
<p align="center">Título de la clase:</p> <p align="center">Separar y componente, palabras que merecen cuidado.</p>					
<p>Método:</p> <ul style="list-style-type: none"> Expositivo-demostrativo 		<p>Estrategias de enseñanza y aprendizaje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Explicación interactiva docente-alumnos Lluvia de ideas Trabajo en equipo 		<p>Recursos didácticos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pizarrón y plumones Material didáctico elaborado ex profeso Ejercicios de lápiz y papel 	
<p align="center">Reactivación de los conocimientos previos:</p> <p>¿Qué separamos en una mezcla? ¿Qué separamos en un compuesto? ¿Qué es un componente en una mezcla? ¿Qué es un componente en un compuesto? Tipos de sustancias</p>					
<p align="center">Secuencia de actividades didácticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> Se proporciona una caja con diferentes "componentes" (botones, clips, tornillos) y se pide separarlo Se proporciona una caja con un tipo de "entidades" (tornillos con tuerca) y se pide separar sus partes Retomando la analogía se habla en el primer caso de interacciones entre especies y en el segundo de interacciones (enlaces) entre átomos (componente) Se proporciona cuadro de clasificación y se añaden ejemplos reales. Se hace la aclaración sobre alótropos (ver instrucciones explícitas) 					
<p align="center">Evaluación:</p> <p><i>Nivel 2. Habilidades de comprensión. Elaboración de conceptos y organización del conocimiento específico.</i> El alumno muestra capacidad para comprender los contenidos escolares, elaborar conceptos; caracterizar, expresar funciones, hacer deducciones, inferencias, generalizaciones, discriminaciones, predecir tendencias, explicar, transferir a otras situaciones parecidas, traducir en lenguajes simbólicos y en el lenguaje usado por los alumnos cotidianamente; elaborar y organizar conceptos. Hacer cálculos que no lleguen a ser mecanizaciones pero que tampoco impliquen un problema (Plan de Estudios Actualizado, 1996). Se recuperan las evidencias recabadas en la intervención docente para su posterior procesamiento y análisis.</p>					

¹⁹ "Área de Ciencias Experimentales" en *Plan de Estudios Actualizado*. CCH, DUACB, julio de 1996, p. 52

La pregunta de investigación

¿Qué tipos de representaciones (lenguajes) se utilizan en el discurso²⁰ empleado al abordar algunos temas colaterales al de la reacción química (representada por una ecuación química) en una clase formal de química con alumnos de EMS?

Diseño y planeación de la propuesta didáctica

La elaboración de propuestas didácticas ofrece un escenario formativo donde la construcción conceptual se retroalimenta a partir de la práctica de diseño y planificación didáctica, en un proceso no lineal, de ida y vuelta, parecido a una espiral de fundamentación, revisión y reescritura.

Astudillo (2011) menciona lo relevante de la estructuración de propuestas didácticas a través de la construcción de secuencias didácticas:

“...la elaboración de secuencias didácticas integradas en procesos de formación, es un escenario potente para promover el diálogo genuino entre teoría educativa, pensamiento y acción reflexiva y situada de enseñanza. En este marco, concebimos a la secuencia didáctica como una hipótesis de trabajo para la enseñanza de contenidos de ciencia orientada a la promoción de aprendizajes para la significación sociocognitiva. Su elaboración supone, desde nuestra perspectiva, un proceso recursivo de fundamentación, revisión y reescritura desde un enfoque de problematización del conocimiento escolar.”

En este caso se diseñaron, planearon, ejecutaron y analizaron un conjunto de actividades concatenadas desde la intencionalidad didáctica de que las y los alumnos conozcan y utilicen diferentes representaciones para hablar sobre química, específicamente lo que implica construir la idea de reacción química a través de una ecuación química.

Su aplicación no fue continua, existieron espacios y momentos entre las actividades propuestas que fueron empleados por la docente titular. El orden final

²⁰ Entendiendo por discurso no sólo lo que se dice, sino también lo que se hace, en el supuesto de que el discurso tiene “una dimensión simbólica y una dimensión material” (Sauquillo, 2001)

de las actividades propuestas es el que el autor del estudio decidió para alcanzar los propósitos que persigue esta tesis.

En la tabla 2 se puede seguir la distribución de la investigación a lo largo de la asignatura Práctica Docente de la MADEMS. En relación a la propuesta didáctica planteada se llevó a cabo la siguiente secuencia de actividades:

Implementación de dos cuestionarios: uno para conocer el contexto de las y los estudiantes a los cuales se les aplicó la propuesta didáctica y otro para conocer sus ideas previas sobre el lenguaje de la química.

El cuestionario diagnóstico sobre el lenguaje de la química también se aplicó a un conjunto de docentes de EMS.

Se desarrolló una actividad de inicio titulada: Separar y componente, palabras que merecen cuidado. Básicamente consiste en manipular objetos comunes (botones, clips, tornillos y tuercas) para enfatizar las implicaciones didácticas en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química del proceso de separar y la idea de componente.

En la parte de desarrollo de la propuesta didáctica se aplicó una actividad de lápiz y papel, titulada ¿Dos gases pueden formar un líquido? que buscó hacer explícitas las interpretaciones de las y los alumnos sobre el proceso de la electrólisis (una reacción química). Para ello se aprovechó el hecho de que, como parte de la planeación didáctica de la docente experta, se desarrolló la electrólisis del agua con ayuda del aparato de Hofmann.

En el cierre se conjuntaron una serie de actividades, nombradas ¿Cuál representación, en qué momento?. La primera es una actividad que explora la capacidad de las y los alumnos para interpretar información a través de una situación hipotética para lograr un equilibrio mecánico; la segunda es una actividad de investigación y las últimas son actividades de evaluación (sumativa y formativa).

A continuación se esquematizan los momentos y actividades de la propuesta didáctica para posteriormente mostrar las instrucciones explícitas de los instrumentos de enseñanza, aprendizaje y evaluación diseñados, editados y adecuados según la información obtenida en la investigación preliminar.

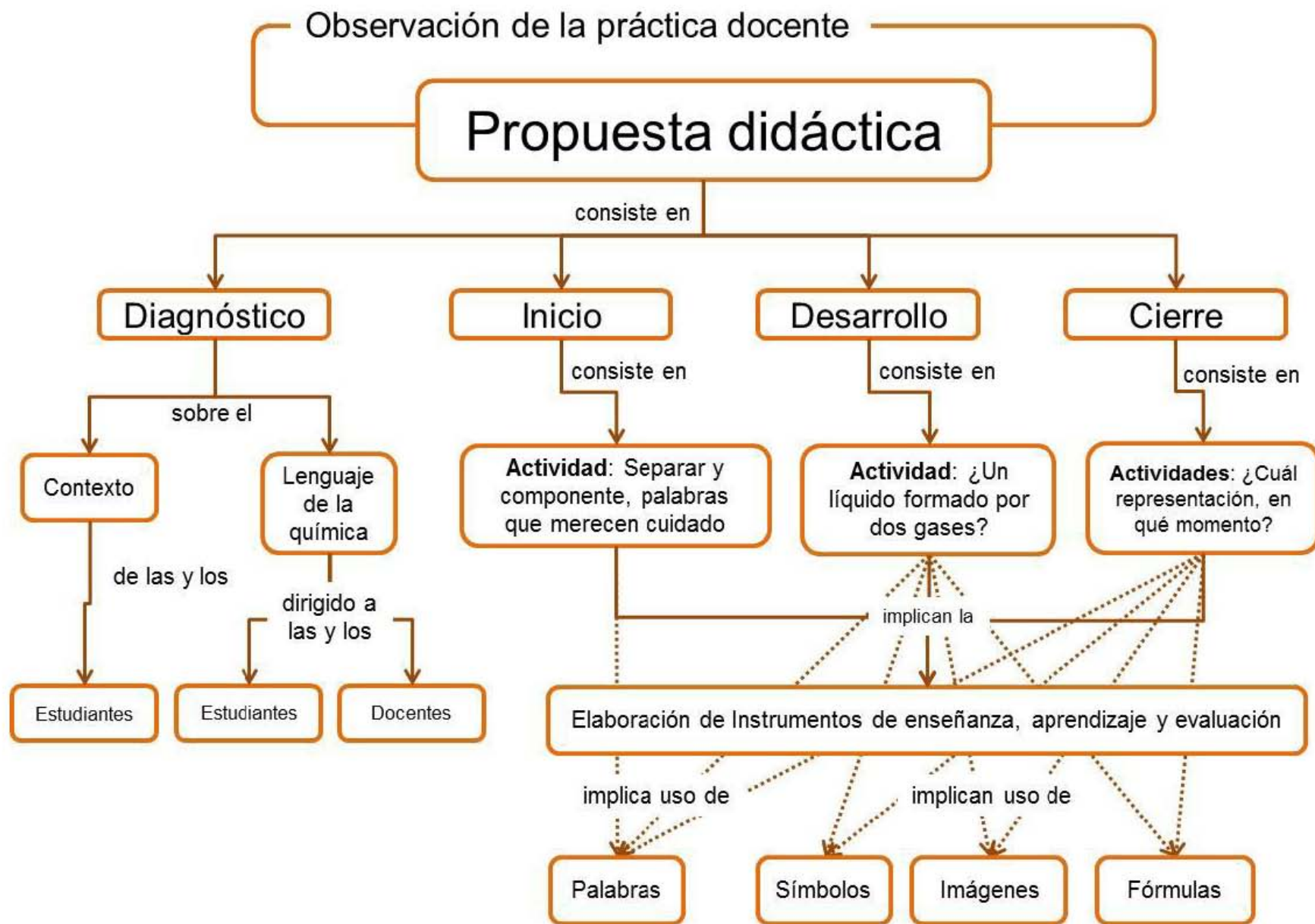


Figura 13. Organizador gráfico de la propuesta didáctica. Fuente: elaboración propia.

Propuesta didáctica explícita**Diagnóstico sobre el contexto de las y los estudiantes**

Cuestionario de índole informativo				
Género		Fecha de nacimiento		
Femenino	Masculino	Día:	Mes:	Año:
<p>1. De las materias que has tomado en tus cursos anteriores, ¿cuál es la que más te ha gustado? ¿Por qué?</p> <p>2. ¿Cuál es la actividad artística que más te agrada? ¿La practicas?</p> <p>3. ¿Qué opinas de la ciencia?</p> <p>4. ¿Te gusta la química? (Si) (No) ¿Por qué?</p> <p>5. ¿Por qué estudiamos química en la secundaria y el bachillerato?</p> <p>6. ¿Qué temas o parte de la clase de química han sido los más difíciles para ti?</p> <p>7. Cuando termines de estudiar el bachillerato, ¿qué actividades pretendes hacer? ¿Por qué pretendes hacer esas actividades?</p> <p>8. ¿Crees que la química va a ser útil más adelante en tu vida? ¿De qué manera?</p> <p>9. ¿Cuánto tiempo, al día, dedicas para estudiar todas tus materias?</p> <p>10. ¿Cuánto tiempo, al día, dedicas a la lectura por placer?</p> <p>11. ¿Te interesa la política? ¿Por qué?</p>				

Diagnóstico sobre el lenguaje de la química

Lenguaje de la química
<p>1. ¿Cuáles son las partes del lenguaje de la química?</p> <p>2. ¿Crees que es importante enseñar y aprender, de manera explícita, el lenguaje de la química? ¿Por qué?</p> <p>3. ¿Qué problemas y/o dificultades presenta el aprendizaje del lenguaje de la química?</p>

Actividad de inicio. Separar y componente, palabras que merecen cuidado

a) Reactivación de los conocimientos previos²¹.

Se inicia la actividad formulando las siguientes preguntas a los alumnos:

¿Qué separamos en una mezcla? ¿Qué separamos en un compuesto? ¿Qué significado tiene la idea de **componente** en una mezcla? ¿Qué significado tiene la idea de **componente** en un compuesto?

b) Instrucciones de la actividad.

Caso #1: Entregar una bolsa a cada equipo (6 equipos). Cada bolsa debe contener “una mezcla” de botones (b), clips (c), tornillos (t) y tuercas (u). Cada bolsa tiene una “composición diferente” (mismo tipo de componentes, diferente cantidad de ellos).

Las y los estudiantes deben “separar” los componentes de la mezcla y clasificar los componentes (se pretende que mencionen cuántos y de qué tipo hay).

Se propone una tabla para organizar los resultados de cada equipo. La tabla llena sirve para relacionarlo con la idea de que en una mezcla (desde la óptica de la química) podemos tener el mismo tipo de componentes pero en proporciones diferentes. En todos los casos podemos hablar de:

“Una mezcla de botones, clips, tornillo y tuercas” (de composición variable).

Equipo	Mezcla				Composición (b, c, t, u)	¿Proporción? ²²
	Botones (b)	Clips (c)	Tornillo (t)	Tuerca (u)		
1	3	4	1	2	3, 4, 1, 2	
2	1	5	2	1	1, 5, 2, 1	
3	4	3	1	2	4, 3, 1, 2	
4	2	6	2	1	2, 6, 2, 1	
5	5	2	1	2	5, 2, 1, 2	
6	6	1	2	1	6, 1, 2, 1	

¿Cómo es la composición de cada mezcla?

²¹ Para fines de la propuesta didáctica se entiende por conocimientos previos a los prerrequisitos académicos.

²² La intención en esta columna es que las y los estudiantes busquen y decidan si existe alguna “proporción matemática”.

Caso #2: Entregar una bolsa a cada equipo (6 equipos). Cada bolsa contiene un conjunto de tornillos (cada tornillo con dos tuercas enroscadas). Todos de la misma dimensión.

Las y los estudiantes deben “separar” los componentes del “compuesto” (tornillo con 2 o más tuercas).

Se propone una tabla para organizar los resultados de cada equipo.

Desde la óptica de la química, en un recipiente podemos tener diferente cantidad de una sustancia (compuesto) pero sus componentes (átomos) siempre están en la misma proporción. En todos los casos podemos hablar de:

“Un compuesto (tornillo y tuercas) siempre tiene la misma proporción de sus componentes (átomos)”.

Equipo	Compuestos		Proporción Tornillo/tuerca
	Tornillo	Tuerca	
1	2	4	$2/4 = 1/2$
2	4	8	$4/8 = 1/2$
3	7	14	$7/14 = 1/2$
4	5	10	$5/10 = 1/2$
5	6	12	$6/12 = 1/2$
6	3	6	$3/6 = 1/2$

¿Cómo es la proporción de los componentes en el mismo compuesto?

c) Materiales didácticos de apoyo para el desarrollo de la actividad.²³

Algunas definiciones (de “uso cotidiano”)²⁴:

Mezcla

1. f. Acción de mezclar[se].
2. Unión de sustancias que no tienen interacción química.

²³ Como parte del diseño de la propuesta didáctica se elaboraron materiales didácticos de apoyo para las y los estudiantes. La dinámica de socialización de estos apoyos consistía en editarlos de tal forma que con una hoja (tamaño carta) fuera suficiente espacio para reproducirlos y proporcionar una por alumno.

²⁴ Moliner, M. (2013) Diccionario de uso del español; versión on line. Recuperado el 29 de mayo, en: <http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=moliner&page=showindex>

3. Sustancia que resulta de la mezcla de otras. P *Mezclar.
4. Sustancia que se mezcla a otra, por ejemplo para adulterarla.

Componente m. Sustancia, cosa, persona, etc., que forma parte de algo que se expresa: ‘Los componentes del ácido carbónico [o de una comisión]’.

Consecuencias para el estudio de la química:

Puedo separar los componentes de una mezcla. Los puedo separar con métodos físicos.	Entre los componentes de una mezcla existen interacciones entre “especies” (átomos, iones, compuestos, materiales)
Puedo separar los componentes (átomos) de un compuesto. Los puedo separar con métodos químicos.	Entre los componentes (átomos) de un compuesto existen interacciones entre los átomos, y estas interacciones se llaman enlaces

Otras definiciones (de uso en el contexto de la química)²⁵:

Mezclar (de «mezclar»; «con, a, y», o con complemento plural)

1. Juntar[se] una sustancia gaseosa, líquida o disgregable con otra, de manera que las partes de ambas queden unas entre otras: ‘Mezclar agua caliente con agua fría [agua al vino, harina y azúcar]. El aceite y el vinagre no se mezclan’.

Combinar (del lat. «combinäre»)

2. Juntar una sustancia con otra para formar una sustancia distinta. Verificarse acciones químicas entre dos o más sustancias que están en contacto, resultando de ellas otra u otras sustancias distintas de las primitivas. P Reaccionar.

²⁵ Julián, I., Sáez, R., Martínez, S. (trad.) (1999). Química. Diccionarios Oxford-Complutense. España: Editorial Complutense.

Consecuencias para el estudio de la química:

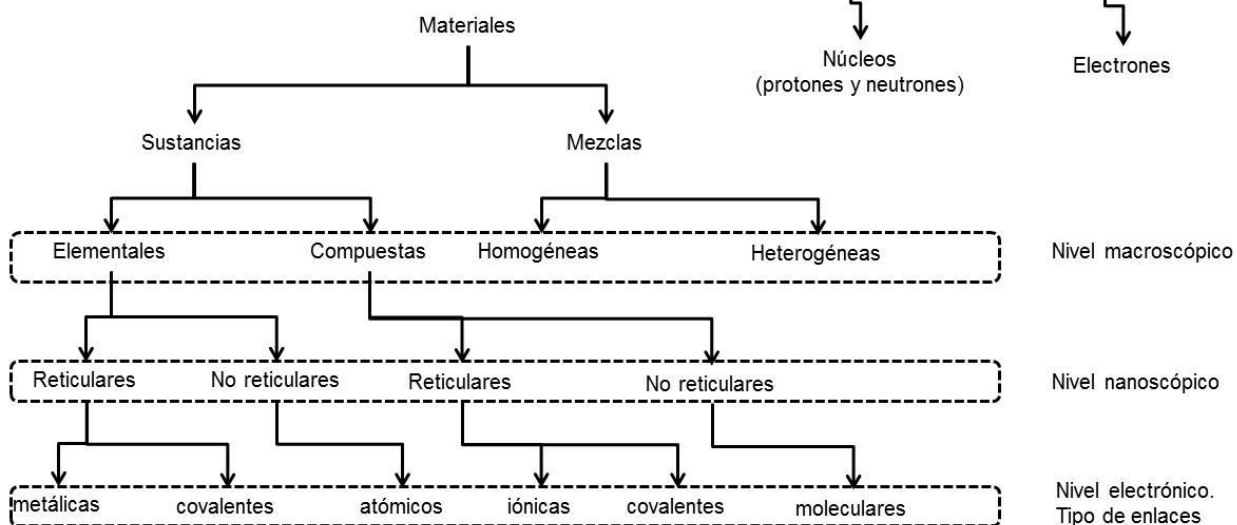
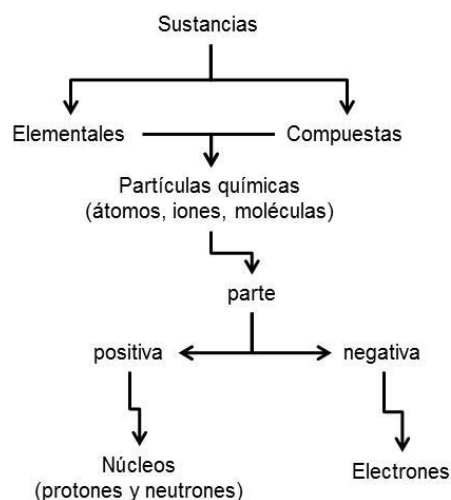
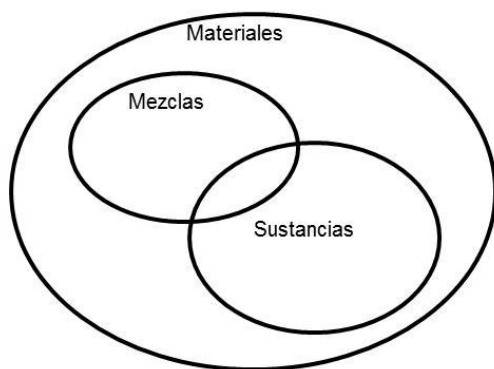
Mezclar lo podemos usar cuando la separación se puede hacer con métodos físicos (opcional):

Hacer una mezcla homogénea (o heterogénea).

Combinar lo podemos usar para indicar que se lleva a cabo una reacción química (opcional):

Combinar dos (o más) elementos para formar un compuesto.

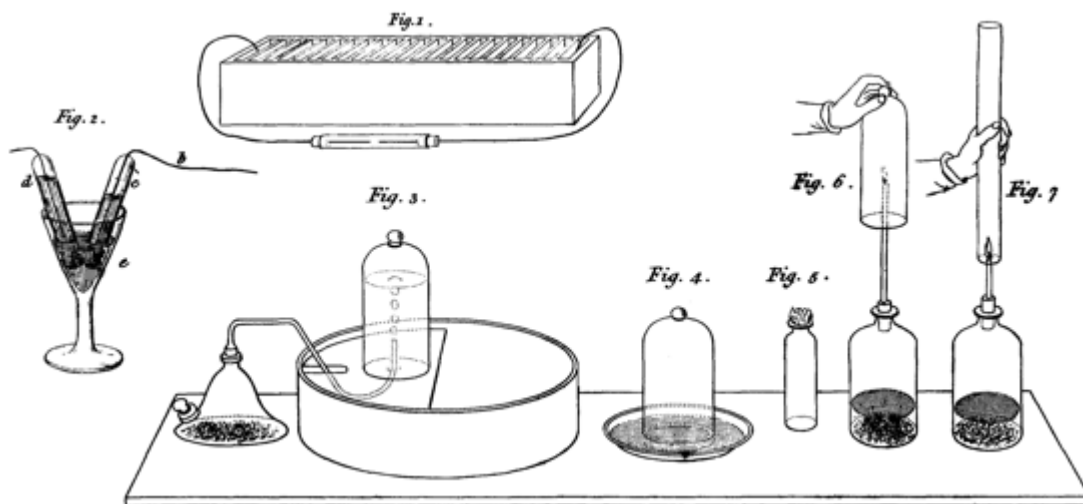
Palabras y niveles de representación



Actividad de desarrollo. ¿Un líquido formado por dos gases?

a) Introducción histórica.

Aprender ciencias, como veremos, implica aprender a cambiar las formas de ver los fenómenos, de razonar, de hablar y de emocionarse en relación a ellos, todo de forma simultánea (Arca et al., 1990).



Aparatos para descomposición del agua y estudio del hidrógeno

En 1783 un inglés rico y excéntrico, Henry Cavendish (1731-1810), encontró que se produce agua cuando se quema hidrógeno en oxígeno (fue Lavoisier, sin embargo, quien interpretó correctamente el experimento de Cavendish y quien usó por primera vez los nombres modernos de hidrógeno y oxígeno). En 1800 dos químicos ingleses William Nicholson y Anthony Carlise, descompusieron el agua en hidrógeno gaseoso y oxígeno gaseoso haciendo pasar por ella una corriente eléctrica. Los dos gases se producen siempre en una proporción de 2:1 en volumen.

Nicholson y Carlise llevaron a cabo su experimento sólo 6 semanas después de la invención de la batería química por el científico italiano Alessandro Volta (1745-1827). Con este experimento se desechó la antigua idea griega del agua como elemento.

b) Instrucciones de la actividad.

Una vez que armaste, preparaste y usaste el dispositivo proporcionado por tu profesor,²⁶ resuelve las siguientes actividades:

1. Con ayuda del siguiente esquema describe el experimento que realizaste. Empleando colores diferentes, señala en qué parte se localiza el agua líquida, el hidrógeno gaseoso y el oxígeno gaseoso.



Descripción:

2. Durante la realización de la electrólisis del agua líquida se presentaron los siguientes hechos experimentales:

- El oxígeno es un gas comburente; al introducir una pajilla encendida al tubo que contenía oxígeno gaseoso la pajilla se encendió un poco más.
- El hidrógeno es un gas que forma mezclas explosivas con el aire; al acercarle una flama al tubo que contenía hidrógeno se escuchó una ligera explosión y se observó un destello pequeño
- El agua líquida apaga la flama de una vela.

Explica qué es un gas comburente y qué es una mezcla explosiva. Justifica cómo es que a partir de agua líquida se obtiene oxígeno gaseoso (un gas comburente) y el hidrógeno gaseoso (que forma mezclas explosivas con el aire).

²⁶ El experimento de la electrólisis es una actividad programa curricularmente en el contexto del CCH, en la asignatura de Química I. Ver: "Área de Ciencias Experimentales" en Plan de Estudios Actualizado. CCH, DUACB, julio de 1996, p. 15.

3. Una vez que realizaste la práctica de electrólisis, supón que un amigo(a), integrante de tu equipo, no pudo asistir a la sesión y que a la salida te lo encuentras y te pide que le expliques lo que hiciste de manera que él pueda realizar el experimento en otro grupo. Justifica por escrito lo que le dirías.²⁷

Para responder las tres preguntas, utiliza la siguiente base de orientación:

	Describir	Explicar	Justificar
¿Qué quiere decir?	Enumerar cualidades, propiedades, características de un objeto, fenómeno o proceso.	Hacer comprensible un fenómeno, un resultado o un comportamiento a alguien.	Hacer comprensible un fenómeno, un resultado o un comportamiento a alguien utilizando los conocimientos propios.
¿Cómo debe hacerse?	Observar. Identificar lo que es esencial.	Producir razones o argumentos. Establecer relaciones especialmente de causa (¿por qué?).	Producir razones o argumentos a partir de los conocimientos que se construyen en un dominio específico (“el por qué del porqué”).
Resultado que debe obtenerse	Un texto que permita hacerse una idea del objeto, fenómeno o proceso que se describe. Debe contener un número suficiente de propiedades o características y suficientes conocimientos representados. Los conocimientos que se expresan son aceptables científicamente. El léxico debe ser adecuado al área y al objetivo asignado.	Un texto que proporcione conocimientos al destinatario. Las razones o argumentos deben referirse al objeto o proceso. Hay suficientes razones teniendo en cuenta los conocimientos que hay que tener. Hay relaciones de causa (¿por qué?). El léxico debe ser adecuado al área y al objeto asignado.	Un texto que a partir de los contenidos aprendidos, modifique el estado de conocimientos. Los conocimientos que en él se expresan no deben tener ningún error y, por lo tanto, deben resistir las objeciones. Deben explicar el por qué del porqué. El léxico debe ser adecuado al área y al objetivo asignado.
¿Cómo hay que construir el texto?	Hay un título. En primer lugar se hace una presentación y más adelante se desarrolla. Las frases deben ser cortas y coordinadas o yuxtapuestas separadas con un punto.	Hay un título. Debe entenderse fácilmente cuál es la estructura del texto: problema-solución, causa-efecto, etc. Frases con relaciones causales, adversativas, que se expresen con conectores de estilo tipo: porqué o ya que. Es recomendable hacer algún organizador gráfico.	Hay un título. Se expone la tesis que quiere defenderse al inicio. Organización de las ideas o argumentos a partir de un esquema. Frases con relaciones adversativas, que se expresen con conectores del estilo tipo: porqué, pero, sino.

²⁷ En el anexo #1, se presenta una propuesta para la evaluación del informe escrito del trabajo práctico (la electrólisis del agua) que elaboraron las y los alumnos.

c) Instrucciones de la actividad. ¿Qué tan útil fue el material didáctico de apoyo para el desarrollo de las actividades?

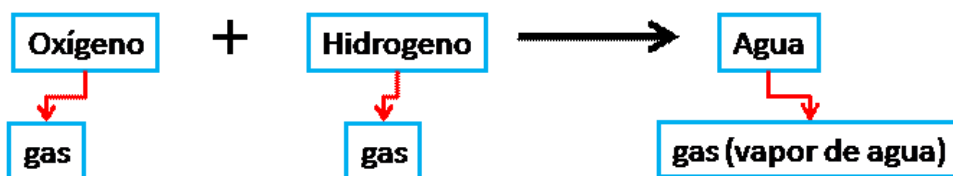
Contesta la siguiente pregunta con la mayor sinceridad:

- ¿Qué tan útil fue el material didáctico de apoyo para el desarrollo de las actividades?²⁸

d) Materiales didácticos de apoyo para el desarrollo de la actividad.

La identidad de las partículas

Representación #1:



Representación #2:



Representación #3:



¿La ecuación química está balanceada?

Analogía #1: Uso de una balanza, lograr un balance, equilibrio (mecánico).

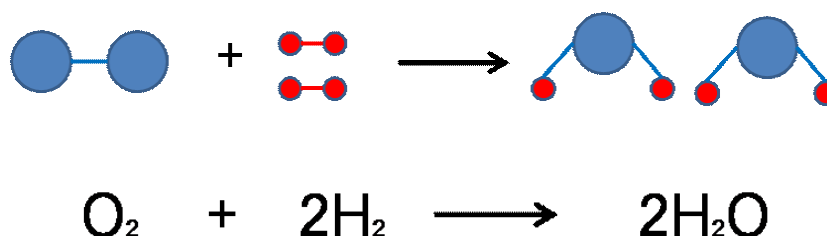


²⁸ Esta pregunta se formuló en varias ocasiones con la intención de evaluar “en la marcha” los materiales didácticos de apoyo que se diseñaba y socializaban con las y los estudiantes.

Consecuencias para el estudio de la química:

Una ecuación química balanceada implica que debes contabilizar el mismo número y tipo de **partículas** (átomos, elementos) en reactivos y productos.

Ecuaciones químicas balanceadas. Dos representaciones diferentes:



El **coeficiente estequiométrico** indica el número de partículas (átomos, moléculas) consideradas **por fórmula química**. El **subíndice** indica el número de partículas (átomos) involucradas **dentro de cada fórmula química**.

La simbología química implica, señala, la identidad de la partícula



¿Todas las fórmulas químicas dan identidad?²⁹

Analogía #2

H_2O → agua

H_2O_2 → agua oxigenada (peróxido de hidrógeno)

$\text{H}_2\text{2O}$ → ¿? → a2ua

$\text{H}_2\text{2O2}$ → ¿¿?? → a2u2

²⁹ Las fórmulas condensadas de los compuestos orgánicos no dan "identidad" a dichas especies químicas; por ejemplo, existen isómeros (estructurales, funcionales) cuya fórmula condensada no permite "reconocerlos". Por ejemplo: C_4H_{10} , podría ser n-butano o isobutano (isómeros estructurales). En el caso de: $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, podría ser propanol o dimetil éter (isómeros funcionales).

Actividades de cierre. ¿Cuál representación, en qué momento?**a) Instrucciones de la actividad 1.**

La simbología usada en las ecuaciones químicas “encierra información” (como se ha mencionado en la clase o lo has leído en los libros) que debemos ir traduciendo al nivel en el cual queremos estudiar una reacción química. Relacionando hechos y tendencias puedes descubrir generalidades. Un buen científico, además de ser un gran observador, debe saber relacionar sus ideas y elaborar conclusiones ¿Te propongo una prueba? Elabora las suposiciones que creas necesarias para resolver la siguiente situación:

- Considera que los siguientes materiales se encuentran en una balanza de dos platos
- Dos cajas se equilibran con tres pesas
- Una lata se equilibra con una caja
- Una bolsita requiere el agregado de una pesa para equilibrar una lata

Descubre cuántas bolsitas se necesitan para equilibrar el peso de una lata a partir de los datos que te brindan los enunciados. ¿Qué modelo usaste o diseñaste para corroborar la validez de tus suposiciones? Esquematiza el procedimiento para llegar a la respuesta correcta.

b) Instrucciones de la actividad 2.

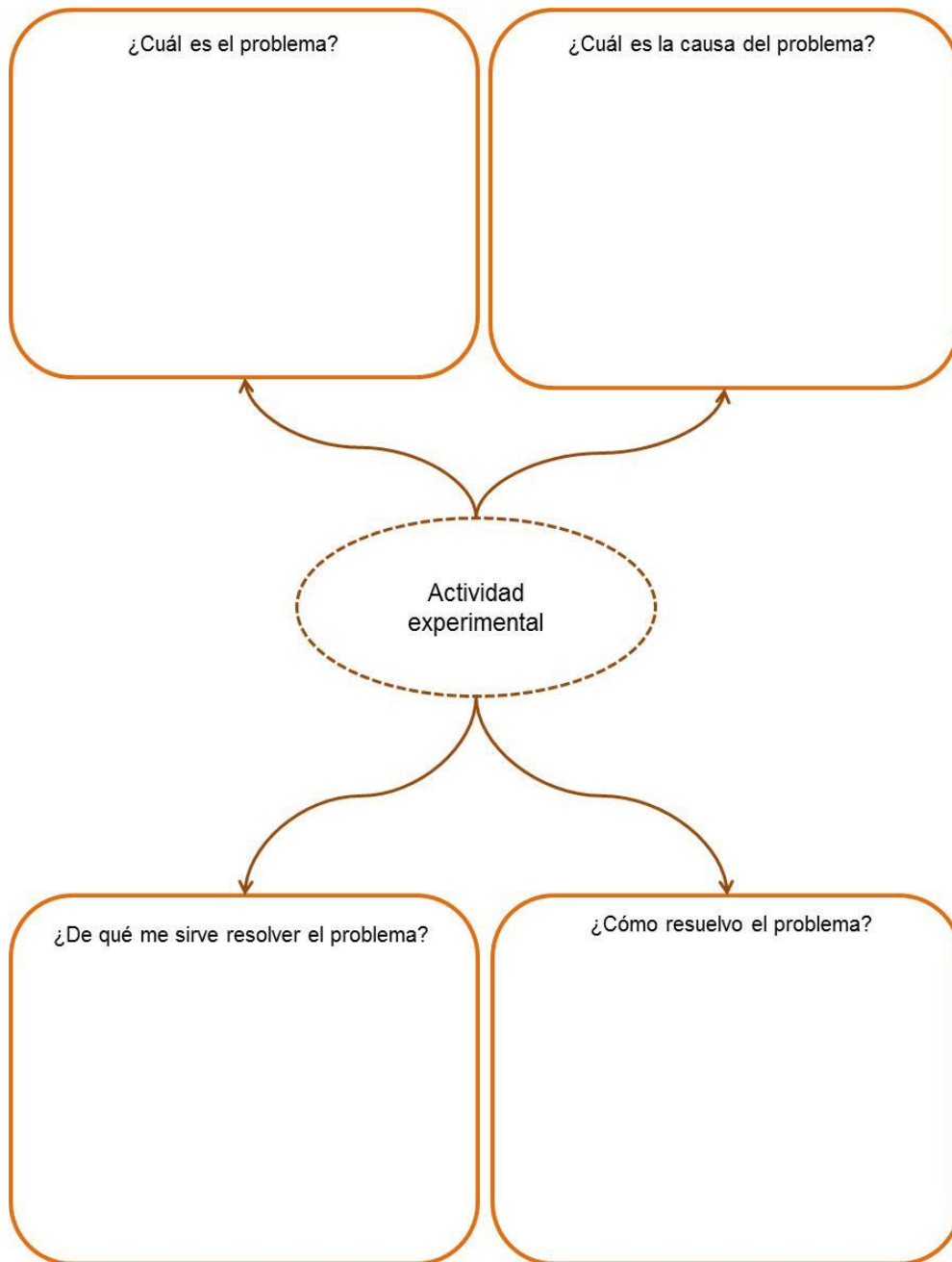
Durante todo el curso de química has conocido diferentes ecuaciones químicas las cuales son representaciones de reacciones químicas específicas. ¿Es la única manera de representarlas? ¿Tú qué opinas? Investiga si es posible otra manera: animaciones videos, narraciones, escritos, y con un ejemplo particular, de una reacción química específica, indica la relevancia y confiabilidad de la información que proporcionan las ecuaciones químicas y la o las representaciones que tú encuentres.

c) Instrucciones de la actividad 3. Evaluación sumativa.

1. Elabora con las siguientes palabras, un texto (esquema, escrito, mapa conceptual, etc.):

Propiedad, solubilidad, capacidad disolvente, disolver, diluir, disolvente, sustancia, densidad, concentración, soluto, temperatura, mezcla, disolución
Puedes agregar palabras pero no omitir ninguna de las propuestas.

2. Completa el siguiente esquema:



3. ¿Qué tipo de unión une a los componentes de una mezcla?

Puedes usar esquemas en tu respuesta.

4. ¿Qué tipo de unión une a los componentes (átomos) de una sustancia pura compuesta?

Puedes usar esquemas en tu respuesta.

5. Tienes una mezcla de: agua, sal, colorante, bicarbonato de sodio, partículas suspendidas, arena y aceite. Elabora y explica, un esquema de separación indicando qué separas en cada paso.

6. ¿Cuál es la importancia social de evitar la contaminación de mares, ríos y lagos? ¿Cómo te pueden ayudar las clases de química para ello?

d) Instrucciones de la actividad 4. Cuestionario de evaluación formativa.

Contesta las siguientes preguntas con la mayor sinceridad:

- ¿Qué te gustó de la clase?
- ¿Qué te disgustó de la clase?
- ¿Qué ideas propones para mejorar la clase?
- ¿Cómo fue tu desempeño en la clase?
- ¿Qué aprendiste o te resultó importante?

e) Instrucciones de la actividad 5. Cuestionario sobre la evaluación formativa.

Contesta las siguientes preguntas con la mayor sinceridad:

- ¿Qué calificación te gustaría obtener?
- ¿Qué calificación piensas que obtendrás?
- ¿Qué fue lo que te faltó para alcanzar la calificación que deseabas?

f) Texto de cierre.

Estudiar química puede parecerse a beber agua de una manguera a presión. Es verdad que en ocasiones el ritmo parece más rápido de lo que muchos deseáramos y por eso es que muchas veces sentimos que nos ahogamos en la inmensidad de los datos, reglas, principios y modelos usados. Una forma de salir a

flote es reconocer los patrones generales de las tendencias químicas de las sustancias y los procesos. La importancia del uso de patrones y del aprendizaje de reglas y generalizaciones es que nos ahorran muchos datos individuales por aprender y memorizar. Encontrar esas tendencias te pueden ayudar a explicar, describir e incluso a predecir propiedades y comportamientos particulares de sustancias y procesos.

g) Material informativo para las y los jóvenes alumnos.

La siguiente información la obtuve en una visita al museo UNIVERSUM y es una recomendación, más no una receta, panacea, solución definitiva o ruta única sobre el apasionante viaje hacia la construcción del conocimiento vía el aprendizaje. Tómalo en cuenta para todas tus clases pero no olvides añadirle aquellos consejos que te puedes hacer a ti mismo como parte de conocerte cada vez más.

Si quieres ser buen estudiante, eficiente y enfrentar con éxito los retos y dificultades académicas que se te presenten, sigue los siguientes consejos:

- Aprende a administrar tu tiempo libre.
- Perfecciona tu capacidad de atención y concentración.
- Mejora tu autoestima y motivación.
- Prepárate para tener un proyecto de vida, no sólo para pasar los exámenes.
- Utiliza un lenguaje propio y adecuado para expresar lo que has aprendido. Trata de fortalecerlo según la naturaleza de cada asignatura que curses.
- Pregunta para disipar tus dudas. Pregunta para cuestionar más.
- Adquiere buenos hábitos de estudio. Toma mejores apuntes: anota lo más importante, aprende a diferenciar las ideas y conceptos principales de un texto. Utiliza organizadores gráficos de la información.
- Lee bibliografía complementaria. Lee por placer.

4. Resultados y Análisis

Caracterización del grupo de las y los jóvenes alumnos

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la aplicación del cuestionario para recabar información sobre el contexto del grupo con el cual se desarrollaron las actividades propuestas. La población que contestó el cuestionario estaba formada por 27 estudiantes del CCH Sur, alumnos regulares distribuidos en 17 alumnas y 10 alumnos; de entre 17 y 19 años. El tiempo aproximado para contestar el cuestionario es de 30 minutos.

Pregunta	Respuesta
1. De las materias que has tomado en tus cursos anteriores, ¿cuál es la que más te ha gustado? ¿Por qué?	30.8% Historia; 19.2% Química, Física y Biología (el mismo porcentaje para cada una), y 7.7% Español e Inglés (el mismo porcentaje para cada una). Porque: 36% los maestros explican bien, 26.8% es importante para la vida, 14% es interesante.
2. ¿Cuál es la actividad artística que más te agrada? ¿La practicas?	48.6% Música (tocar un instrumento o cantar); 20% Pintura, y 14.3% Bailar 53.3% sí lo practica
3. ¿Qué opinas de la ciencia?	46.2% Es importante en la vida; 7.7% Es difícil, es útil y depende del profesor (las tres respuestas comparten ese porcentaje), y 3.8% Es misteriosa, es de sabios, no me gusta, es la base de todos los conocimientos (las cuatro respuestas comparten ese porcentaje)
4. ¿Te gusta la química? ¿Por qué?	87.5% Sí le gusta la química Porque: 47.6% le parece interesante, 14.3% puede experimentar, porque aprende cosas nuevas (el mismo porcentaje para cada una), 4.8% es básica (la química) para la vida, porque se le facilita (a los alumnos que contestan), porque estamos rodeados de química (el mismo porcentaje para cada una). 12.5% No le gusta la química. Porque: 33.3% los maestros que la imparten no saben enseñar, 33.3% es aburrida y 33.3% es enredada.
5. ¿Por qué estudiamos química en la secundaria y el bachillerato?	Para: 54.55% saber, 15.15% tener una carrera, 9.09% seguir estudiando y porque es indispensable para la vida (las dos respuestas comparten ese porcentaje).
6. ¿Qué temas o parte de la clase de química han sido los más difíciles para ti?	14.7% Enlace químico; 11.8% Ecuaciones químicas, y 8.8% Tabla periódica, ácido-base, número de oxidación y ninguno (las cuatro respuestas comparten ese porcentaje)
7. Cuando termines de estudiar el bachillerato, ¿qué actividad pretendes hacer? ¿Por qué pretendes hacer esas actividades?	73.5% Terminar una carrera; 11.8% Seguir con la práctica artística presente, y 8.8% No sé Porque: 27.8% me gusta, 22.2% quiero ser profesionista, y 16.7% quiero ser mejor

8. ¿Crees que la química va a ser útil más adelante en tu vida? ¿De qué manera?	100% Respondió que si ¿De qué manera? 25% Para saber de sustancias; 21.4% Para saber de la carrera y para saber más, y 14.3% No sé
9. ¿Cuánto tiempo, al día, dedicas para estudiar todas tus materias?	28.6% Una a dos horas; 25% Tres a cuatro horas, y 14.3% No tengo un tiempo específico
10. ¿Cuánto tiempo, al día, dedicas a la lectura por placer?	39.3% Una a dos horas; 25% menos de una hora, y 10.7% Tres a cuatro horas
11. ¿Te interesa la política?	48% Sí le interesa Porque: 33.3% hablan sobre el país, 25% aprendo de cultura, 16.7% es interesante 52% No le interesa Porque: 66.7% es aburrida, 11.1% no siempre apoyan (los políticos) y porque es conflictiva.

Tabla 5. Respuestas del diagnóstico sobre el contexto de las y los estudiantes.

El cuestionario se aplicó el primer día de clases por lo cual las y los estudiantes no conocían a la docente titular, ni al docente en formación; esta situación es relevante ya que disminuye el riesgo de que se conteste lo que “el docente quiere” y la sinceridad en las respuestas sea mayor. Las preguntas se pueden organizar en dos tipos de categorías: las relacionadas a su experiencia académica en el aprendizaje y evaluación en general, de la ciencia y de la química (preguntas 1, 3, 4, 5, 6 y 8) y las relacionadas a su presente y futuro como jóvenes y estudiantes (preguntas 3, 7, 9, 10 y 11).

Las preguntas (respuestas) relacionadas a su experiencia académica en el aprendizaje y evaluación en general, de la ciencia y de la química

Al preguntarles cuál es la materia que más les ha gustado las respuestas se ordenan de la siguiente forma: 30.8% Historia; 19.2% Química, Física y Biología (el mismo porcentaje para cada una), y 7.7% Español e Inglés (el mismo porcentaje para cada una). Lo relevante es que cuando contestaron el porqué 36% dijo que porque los maestros explican bien. Algunas respuestas explícitas, fueron: “Historia, Química y Francés por lo interesante que son y por que los maestros

enseñaban bien (sic)”; “Me gusto historia por que la maestra explicaba muy bien todo (sic)”. Sobre la ciencia, el 46.2% responde que es importante en la vida y un 7.7% responde que es difícil, es útil y depende del profesor (las tres respuestas comparten ese porcentaje); de nuevo, aparece la participación del docente en la percepción de las y los estudiantes a pesar de que la pregunta no es explícitamente sobre la enseñanza de la ciencia. Al 87.5% sí le gusta la química porque, al 47.6% le parece interesante, al 14.3% contesta que puede experimentar y porque aprende cosas nuevas (el mismo porcentaje para cada una). Estos datos resultaron relevantes para diseñar las actividades de la propuesta didáctica con la idea de hacer y retomar la parte experimental de las sesiones dirigidas por la docente titular y el docente en formación. Al 12.5% que no le gusta la química lo explica (el 33.3%) porque los maestros que la imparten no saben enseñar; dato que, al preguntarles oralmente a qué se referían, contestaron cosas como: no explica claramente, no hacía experimentos y no asistía a clases. 54.55% dicen que estudiamos química en la secundaria y el bachillerato para saber, lo cual se podría relacionar con el 46.2% que responde que la ciencia, es importante en la vida; “saver es importante para la vida (sic)”, contestó explícitamente un alumno. 11.8% respondió que el tema de ecuaciones químicas es el que más se le dificultó, resultado relevante para el diseño de la propuesta didáctica ya que es el contenido central a desarrollar. Todos los que respondieron el cuestionario dijeron que la química les va a ser útil en la vida; 25% para saber de sustancias, 21.4% para saber de la carrera (aunque la mayoría no pensaba estudiar algo relacionado con la ciencia, dicho de manera oral) 21.4% para saber más, y 14.3% no sabe para qué.

Las preguntas (respuestas) relacionadas a su presente y futuro como jóvenes y estudiantes

En el contexto de la investigación resulta relevante considerar que tener un buen desempeño escolar se le puede adjudicar a elementos tan diversos como el capital cultural. “El capital cultural se observa en los bienes materiales de tipo cultural con que los estudiantes cuentan, y a los que puede recurrir para su uso en

el espacio escolar” (Bourdieu, 1997). Cuando se les preguntó qué actividad artística les agrada más 48.6% respondió que la música y de ellos el 53.3 % la práctica; además, 11.8% respondió que seguirá con su práctica artística presente, después de terminar la EMS, porque les gusta (27.8%). Los resultados sobre actividades artísticas contrastan con el desinterés sobre temas políticos (52% no le interesa porque, dice el 66.7%, que es aburrida). El 73.56% respondió que continuará una carrera universitaria, porque desea ser un profesionalista (22.2%), con lo cual se muestra la creencia propedéutica de la EMS (situación correcta si se recuerda la naturaleza del CCH). 28.6% dice dedicar de 1 a 2 horas al estudio y 39.3% dedica de 1 a 2 horas a la lectura por placer. Este capital cultural puede determinar o facilitar el tránsito de obtener información (palabras, símbolos, imágenes o fórmulas) hacia la transición de construir conocimientos.

La relevancia conjunta de estos resultados es tal porque apuntan hacia el hecho de que el primer año de las y los estudiantes de CCH puede ser la última oportunidad para estudiar química de manera formal si no escogen una carrera del área científica. ¿Esto es grave? ¿Para quién? Talanquer (2009) responde preguntándose: “¿qué debemos enseñarle a nuestros estudiantes sobre esta disciplina? ¿En qué medida el actual currículo de química general en los niveles medio, medio-superior y superior les proporciona a los estudiantes las herramientas intelectuales necesarias para dar sentido, analizar y reflexionar sobre los productos de la química y su impacto en nuestro mundo? Mi opinión es que los currículos de química que hoy día son dominantes se basan en una concepción anticuada de la disciplina, que pone demasiado énfasis en el aprendizaje de lo que los químicos “saben”, o en las aplicaciones prácticas de dicho conocimiento, haciendo a un lado el análisis, la discusión, y la reflexión sobre cómo los químicos piensan y sobre el enorme poder predictivo, explicativo y transformador de su forma de ver el mundo... me parece que hay muy poca reflexión sobre el enorme poder analítico, creativo, transformador e imaginativo del pensamiento químico moderno, lo que, como educadores de la química, debería resultarnos inaceptable.”

Cuestionario diagnóstico sobre el lenguaje de la química

A la misma población que se le aplicó el cuestionario anterior (27 estudiantes del CCH Sur, 17 alumnas y 10 alumnos; de entre 17 y 19 años) se les pidió que contestaran un cuestionario diagnóstico sobre el lenguaje de la química.

Dicho cuestionario se validó (para saber si con él se obtenía la información sobre lo que se quería preguntar) con otro grupo en condiciones similares, en un semestre anterior. El tiempo aproximado de aplicación es de 15 minutos.

El cuestionario también se aplicó a un conjunto de 18 docentes de EMS de los cuales 8 ejercen su práctica docente en el CCH y 10 en otros subsistemas de la EMS (4 de la ENP, 3 del Colegio de Bachilleres y 3 de instituciones incorporadas a la DGB).

En las siguientes tres tablas se conjunta los resultados obtenidos ordenando jerárquicamente los porcentajes de frecuencia de cada tipo de respuesta para facilitar su análisis:

Pregunta	Tipo de respuesta	Porcentaje %	
		Alumnos	Docentes
¿Cuáles son las partes del lenguaje de la química?	Conceptos químicos	47.4	26.7
	Nomenclatura química	26.3	20.0
	Modelos usados en química	15.8	13.3
	Forma de comunicación	10.5	0.0
	Ecuaciones químicas	0.0	6.7
	Símbolos químicos	0.0	26.7
	Iconografía química	0.0	6.7

Tabla 6. Resultados del cuestionario diagnóstico, pregunta #1.

Las y los alumnos y docentes respondieron mayoritariamente que las partes del lenguaje de la química son los conceptos químicos, 47.4% y 26.7% respectivamente. Como se mencionó en el marco teórico, algunos autores consideran la educación química como atomizada (entre otras características) “porque se presentan diversos temas o conceptos y no se relacionan entre sí, o no se relacionan a otros contextos” (Izquierdo, 2004; Herradón 2011; Fernández 2013), lo cual, paradójicamente, provoca dificultad en el uso del lenguaje químico.

En relación al segundo mayor porcentaje de respuesta (para alumnos y docentes Martínez et al (2010) comentan: “En un estudio llama la atención que no consideren el tema de contaminación como esencial, pero que sigan insistiendo en que la nomenclatura inorgánica es fundamental. Si lo que queremos es una serie de contenidos para cubrir las demandas de nuestra sociedad, ¿podemos decir que la contaminación no es importante y que saber nombrar a los compuestos sí lo es? La nomenclatura es un lenguaje, sí, ¿y qué? El chino también lo es y no por eso nos empeñamos en enseñárselo a los estudiantes en el bachillerato. Enseñarles nomenclatura a estudiantes que no van a estudiar química es como enseñarles chino a personas que no van a vivir jamás en China. Solamente les sirve para aprobar los exámenes de admisión a las universidades porque es cierto, en estas pruebas se siguen considerando estos temas aún para los estudiantes que van a ser escritores o historiadores.” Al parecer, existen aún docentes de química que deciden enseñar y evaluar chino a jóvenes personas que no tienen la intención de ir a China.

Sobre el tercer porcentaje de jerarquía en las respuestas se puede analizar desde la interpretación de considerarlo como “una herencia” de la educación secundaria. Como parte de la Reforma de la Educación Secundaria, aparecieron los Estándares Curriculares de Ciencias que se presentan en cuatro categorías:

1. Conocimiento científico
2. Aplicaciones del conocimiento científico y de la tecnología
3. Habilidades asociadas a la ciencia
4. Actitudes asociadas a la ciencia

En la categoría 3. Habilidades asociadas a la ciencia, se puede encontrar:

“3.6. Desarrolla y aplica modelos para interpretar, describir, explicar o predecir fenómenos y procesos naturales como una parte esencial del conocimiento científico.”³⁰

³⁰ SEP. (2011). Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias. México: SEP

En particular, al reflexionar sobre la enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química en relación al 13.3% de docentes que respondió sobre cuáles son las partes del lenguaje de la química a los modelos usados en ella, nos encontramos, en palabras de Chamizo (2010), “ejemplos de modelos didácticos que son, además de los dibujos que hacen tanto alumnos como docentes, muchas de las ilustraciones que se muestran en los libros de texto y que generalmente aparecen como verdades incuestionables, sin identificar sus limitaciones y descontextualizadas históricamente”; Al parecer, se está generalizando el usar y construir modelos como parte de las estrategias didácticas recomendadas ampliamente y que constituyen a la ciencia escolar (Galagovsky, 2003).

Finalmente, los docentes involucrados en el estudio contestaron que las partes del lenguaje de la química con los símbolos químicos, 26.7% y la iconografía química, 6.7%. Al preguntarles, oralmente, a qué se referían, de una u otra forma llegaban a la idea de la nomenclatura química, la acción de cómo se escribe, nombra y representa una fórmula química.

Pregunta	Tipo de respuesta: Porque...	Porcentaje %	
		Alumnos	Docentes
¿Crees que es importante enseñar y aprender, de manera explícita, el lenguaje de la química? ¿Por qué?	Es una forma de comunicación en la escuela	50.0	40.0
	Explicamos las “cosas” que nos rodean	37.5	20.0
	Identificamos fórmulas químicas	0.0	20.0
	Aprendemos conceptos químicos	12.5	20.0

Tabla 7. Resultados del cuestionario diagnóstico, pregunta #2.

Todos los alumnos que contestaron la pregunta contestaron que sí. En la tabla se presentan los porcentajes asociados al porqué de su respuesta afirmativa. ¿Cómo se puede comunicar algo si no se habla el mismo lenguaje (la nomenclatura química, como un ejemplo elegido por las y los docentes del estudio)? Parte de la respuesta se infiere de los datos de la siguiente tabla.

De los docentes que contestaron, 75% contestaron que sí y 25% contestaron que no. Los motivos (en igual porcentaje) de los que contestaron que no fueron:

- Porque es aburrido el lenguaje de la química
- Porque es muy abstracto

Lo “interesante” de estos resultados es ese 25% de respuestas de docentes que señalan al lenguaje de la química (cualquiera que sea este) como aburrido y abstracto. ¿Es lo hacemos (las y los docentes) así?

Pregunta	Tipo de respuesta	Porcentaje	
		Alumnos	Docentes
¿Qué problemas y dificultades presenta el aprendizaje del lenguaje de la química?	Conceptos Químicos	35.3	28.6
	Manejar la nomenclatura química	29.4	14.3
	La comunicación escolar (docente-alumnos)	23.5	0.0
	Entender cómo se comporta la materia	5.9	0.0
	La didáctica empleada por el docente	5.9	0.0
	Se enseña y aprende con base en la memoria	0.0	42.9
	Es muy abstracto y simbólico	0.0	14.3

Tabla 8. Resultados del cuestionario diagnóstico, pregunta #3.

Es complicado hacerse entender por otras personas si no se posee un lenguaje común a través del cual poder comunicar las ideas que tenemos. “Hablar en “lenguaje químico” implica apropiarse de la formalización de la cultura científica (química). Uno de los objetivos de la clase de química es enseñar a hablar y a escribir en el lenguaje químico, a los alumnos, porque para poder aprender necesitan expresarse para poder contrastar sus ideas con sus pares y profesores” (Lemke, 1997).

Sin embargo, pensemos que en un salón de clase los alumnos construyen redes de comunicación en las cuales, si ellos lo deciden, el docente no participa, por lo cual también es relevante considerar la importancia y dificultad que le dan, al lenguaje de la química, alumnos y docentes. El 42.9% de los docentes que contestaron el cuestionario comentan que la dificultad está en que se basa en el uso de la memoria, lo cual se relaciona muy bien con la tradicional forma de aprender, enseñar y evaluar la nomenclatura química, de la cual 29.4% de los

alumnos la piensa como uno de los problemas y dificultades que presenta el aprendizaje del lenguaje de la química.

Una situación de aprendizaje es, básicamente, una situación social de comunicación y un lugar de interacción entre las y los docentes con las y los alumnos y entre ellos mismos alrededor de una tarea o de un contenido específico. Este enfoque subraya el desarrollo de las formas de pensar y hacer de las y los estudiantes, es decir, desarrollar su capacidad de representar.

Con base en los resultados obtenidos en los cuestionarios diagnósticos las actividades didácticas se organizaron de tal forma que posibilitaran la comunicación entre los actores de la situación didáctica, es decir: favorecer la verbalización de las propias formas de pensar y de actuar, para así, posibilitar la explicitación de las diversas representaciones y la contrastación entre ellas y, finalmente, lograr acuerdos.

Separar y componente, palabras que merecen cuidado

Cuando se habla de elemento o compuesto, no existe una forma inmediata de hacer percibir estas ideas a los estudiantes. Ejemplos de elementos pueden ser polvos amarillos, gases incoloros o líquidos marrones, pero éstos también pueden ser ejemplos de compuestos o de mezclas. ¿Cuáles son sus características en común, cuáles son sus rasgos diferenciales? Para un experto, estos aspectos son evidentes, pero ¿son tan sencillos de comprender para un alumno que aprende química en EMS?

En relación a la actividad: Separar y componente, palabras que merecen cuidado, es conveniente situarla desde su intención didáctica. Se pretendió que fuera una actividad de inicio que introdujera la necesidad de construir formas de representar interpretaciones a través del uso de materiales concretos (botones, clips, tornillos y tuercas) para resolver un reto “alcanzable”.

En el desarrollo de la actividad a las y los estudiantes no se les ocurrió nada para llenar la columna de proporción (ver tabla: ¿Cómo es la composición de cada

mezcla?). Sin embargo, después de terminar la parte de los tornillos y las tuercas asociaron las siguientes ideas:

Mezcla: no hay interacción (los botones, clips, tornillo y tuercas podían moverse libremente en la bolsa de plástico).

Compuesto: existe una interacción fuerte (las tuercas se mueven junto con los tornillos).

La aplicación de la actividad tuvo un cierto impacto emotivo en las y los alumnos, ya que, al realizarla, comentaban frases como:

"Lo que más nos agrada es que todos podemos participar por igual, no unos más que otros".

"Yo pienso que esta clase me ha enseñado muchas cosas que no sabía bien, por ejemplo, me ha enseñado a discutir un tema con mis compañeros, antes no era así".

Sin embargo, en posteriores clases, cuando se solicitó la participación estudiantil para que recordaran y utilizaran la parte conceptual desarrollada en la actividad (Separar y componente, palabras que merecen cuidado) las y los alumnos no tuvieron el cuidado conceptual necesario:

Al describir o explicar, la docente titular (o el docente en formación), sobre:	Las y los alumnos contestan:
Disoluciones	"Voy a hacer una agua de limón"
Capacidad disolvente	"El thinner disuelve de volada casi todo" "Algunos solutos son para disolverse: Tang, chocolate, azúcar" (por ejemplo)
Interacciones (enlace)	"Enlaces entre los átomos,...mmmh, no creo" "Los contaminantes del agua se separan, pero siguen ahí, porque no se puede tomar el agua tratada"

Posición de los átomos en un modelo de círculos	“¿Cuáles átomos? Yo no los veo”
...Si licuamos el aire, qué obtenemos	“Un licuado...de aire”

Tabla 9. Los alumnos participan, preguntan-contestan, incluso se entusiasman, pero no basta.

Resulta evidente la necesidad de construir el marco teórico para poder usar, comunicar lo que el docente representa.

¿Un líquido formado por dos gases?

Las teorías actuales sobre cómo aprenden los alumnos ha fomentado una revisión de las estrategias didácticas usadas en la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias (la química), lo cual incluye el papel que juegan los experimentos. Corominas y Lozano (1994), desde hace un buen tiempo, ya señalaban la importancia de las actividades experimentales en la construcción y comprensión de conceptos científicos.

En la preparación teórica del experimento de la electrólisis, la docente titular comunicó al grupo ¡al menos 52 palabras con un alto contenido semántico, dentro de la interpretación química, en 4 horas (dos clases)!. Dichas palabras fueron:

Sustancia pura, componente, electrólisis, puente de hidrógeno, dipolo, ion, Van der Waals, enlace (iónico, covalente), cuba electrolítica, aparato de Hofmann, estado elemental, hidrólisis, descompusimos, molécula, covalente polar, positivo, negativo, octeto, electrones, protones, último nivel, orbita, átomo, bas (por base, señalando un electrodo), cátodo, ánodo, anión, catión, electrolito, gas, biocombustible, fermentación, etanol, transgénico, síntesis, hiervo, cobre, ácido, base, (ambas como sujeto, adjetivo) propiedades, petroquímica (refiriéndose a la industria), se quemó el gas, plasma (estado de agregación), plasma sanguíneo, destilación fraccionada, licuar, separar, mezclas, elemento, ozono, comburente, combustible.

Las cuales se pueden clasificar de la siguiente forma:

Palabras polisémicas	Palabras sobre:			
	Química	Interacciones	Procesos	Aparatos-instrumentos
Sustancia pura, enlace, estado elemental, descompusimos, último nivel, orbita, plasma, elemento	Sustancia pura, sustancia pura elemental, sustancia pura compuesta, dipolo, electrolito, gas, biocombustible, etanol, transgénico, cobre, ozono, ácido (sustantivo, adjetivo), base (sustantivo, adjetivo), propiedades, plasma (estado de agregación), plasma sanguíneo, mezclas, elemento	Puente de hidrógeno, dipolo, dipolo-ion, Van der Waals, enlace (iónico, covalente), covalente polar	Electrólisis Hidrólisis Descompusimos Fermentación Síntesis Hiervo Se quemó el gas Destilación fraccionada Licuar Separar	Cuba electrolítica Aparato de Hofmann Cátodo Ánodo Embudo de separación

Tabla 10. Organización de conceptos, ideas, procesos e instrumentos.

Los profesores de química de EMS aspiran a que los estudiantes entiendan los conceptos y procesos tal como la química los concibe actualmente. El lenguaje empleado puede ser “transparente” para el profesor, que tiene un gran número de experiencias y de redes conceptuales que las explican, pero no tanto para el estudiante, que habitualmente no conoce ni las experiencias ni muchas de las conexiones entre conceptos. Por ello, el lenguaje puede llegar a ser incluso un obstáculo para la formación de nuevos marcos teóricos.

Considerando ésta situación, se elaboró un instrumento para recuperar las descripciones, explicaciones y justificaciones de las y los alumnos después de realizar el experimento de la electrólisis. A continuación se muestra un ejemplo:

Electrólisis del agua. CCH-Sur, Grupo: 126

1. Con ayuda del siguiente esquema describe el experimento que realizaste. Con ayuda de colores diferentes, señala en qué parte se localiza el agua líquida, el hidrógeno gaseoso y el oxígeno gaseoso.


	<p>Descripción:</p> <p>Se para los dos gases del agua. Es un objeto de vidrio que utiliza una batería para separar los componentes de agua. Para poder comprobar que gas separa cada lado podemos vasarnos en 2 cosas, 1 la cantidad de burbujas que suelta cada uno y 2 cual es la reacción que tiene con el fuego. la electrólisis es una reacción de descomposición, en donde se rompen los enlaces. El procedimiento de la electrólisis es pasar una corriente a través del agua para que esta se descomponga.</p>
--	--

“Separa los dos gases del agua. Es un objeto de vidrio que utiliza una batería para separar los componentes del agua. Para poder comprobar que gas separa cada lado podemos vasarnos en dos cosas, 1 la cantidad de burbujas que suelta cada uno y 2 cual es la reacción que tiene con el fuego la electrólisis es una reacción de descomposición en donde se rompen los enlaces. El procedimiento de la electrólisis es pasar una corriente a través del agua para que esta se descomponga” (sic)

Figura 14. Ejemplo de respuesta al instrumento de la actividad de desarrollo: ¿Un líquido formado por dos gases?

Respuesta

a) Un gas comburente es aquel que ayuda a un combustible. Es una sustancia que reacciona con el combustible para generar una combustión.

b) Una mezcla explosiva es aquella que ~~se mezcla~~ con un elemento inflamable que si le hacemos fuego esta tiene que explotar. 

c) El agua es una mezcla que está compuesta de dos elementos el hidrógeno y el oxígeno. Para poder obtener el hidrógeno y el oxígeno tenemos que hacer una electrólisis y agregarle ^{electrolitos (NaOH)} para poder separar la mezcla, puesto que el agua no es conductora de la electricidad.

3) lo que vimos hoy fue la electrólisis, la cual es un método de descomposición, ~~la cual~~ ^{que} rompe los enlaces de una mezcla.

El aparato es de vidrio, utiliza una batería la cual se conecta a la corriente eléctrica, se dan cargas eléctricas para que se puedan separar lo de la mezcla, se va haciendo un espacio que van ocupando los gases por separado en la parte de arriba de los tubos. lo que separamos fue agua, la cual tenía electrolitos, para comprobar cual era el hidrógeno y cual el oxígeno prendimos una pajilla y la posimos por donde puede salir el gas.

Figura 15. Continuación del ejemplo de respuesta al instrumento de la actividad de desarrollo: ¿Un líquido formado por dos gases?

“Cuando un docente escribe una ecuación química, una fórmula química o un gráfico es porque estos símbolos tienen sentido para él y para otros expertos (docentes o científicos). En cambio, para un estudiante (novato en el área de la química) estas representaciones pueden no tener significado o tener uno diferente al del experto ya que se construye desde su sentido común” (Galagovsky, 2003). A pesar de las actividades previas a la realización de la electrólisis del agua se obtuvieron los siguientes resultados:

<p>1. Con ayuda del siguiente esquema describe el experimento que realizaste. Empleando colores diferentes, señala en qué parte se localiza el agua líquida, el hidrógeno gaseoso y el oxígeno gaseoso.</p>	<p>69% Respondió usando las palabras oxígeno e hidrógeno.</p> <p>31% Respondió usando los símbolos O y H.</p> <p>38.5% Usa los colores para señalar en dónde se localiza cada gas, así como la proporción en volumen de cada uno.</p> <p>61.5% No señala en dónde se localiza cada gas, ni la proporción en volumen de cada uno.</p>
<p>2. Durante la realización de la electrólisis del agua líquida se presentaron los siguientes hechos experimentales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El oxígeno es un gas comburente; al introducir una pajilla encendida al tubo que contenía oxígeno gaseoso la pajilla se encendió un poco más. • El hidrógeno es un gas que forma mezclas explosivas con el aire; al acercarle una flama al tubo que contenía hidrógeno se escuchó una ligera explosión y se observó un destello pequeño • El agua líquida apaga la flama de una vela. <p>Explica qué es un gas comburente y qué es una mezcla explosiva. Justifica cómo es que a partir de agua líquida se obtiene oxígeno gaseoso (un gas comburente) y el hidrógeno gaseoso (que forma mezclas explosivas con el aire).</p>	<p>100% No utilizó la base de orientación</p> <p>100% Elaboró descripciones y no explicaciones o justificaciones.</p>
<p>3. Una vez que realizaste la práctica de electrólisis, supón que un amigo(a), integrante de tu equipo, no pudo asistir a la sesión y que a la salida te lo encuentras y te pide que le expliques lo que hiciste de manera que él pueda realizar el experimento en otro grupo. Justifica por escrito lo que le dirías.</p>	<p>84% Respondió prácticamente igual que en la pregunta 1; utilizaron un lenguaje técnico.</p> <p>8% Respondió diferente a como lo hizo en la pregunta 1; utilizaron un lenguaje coloquial”.</p> <p>8% No contestaron.</p>

Tabla 11. Resultados de la actividad ¿Un líquido formado por dos gases?

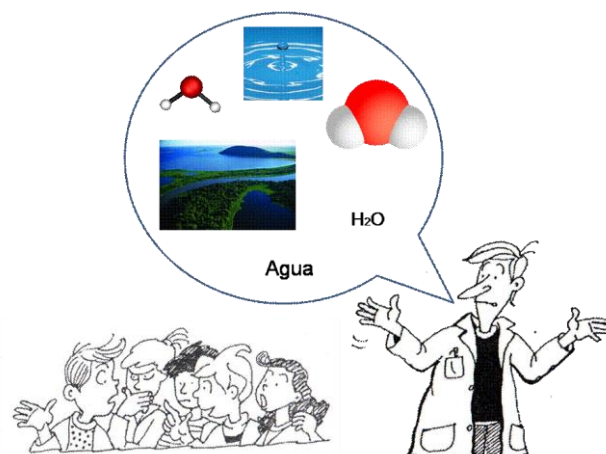


Figura 16. ¿Nos comunicamos? ¿Cómo? Fuente: elaboración propia.

Cuando impartimos clase de química pretendemos establecer una comunicación, sin darnos cuenta que los marcos teóricos usados en ella son diferentes para alumnos y docentes.

Para llegar a compartir las destrezas cognitivas del experto (docente) la o el alumno debe adquirir una capacidad de movilidad representacional, pero lo hace a partir del lenguaje cotidiano, con palabras (símbolos) que tienen su significación desde lo cotidiano, desde su sentido común. Palabras nuevas, con referentes teóricos nuevos no encuentran fácilmente un anclaje de significación. Las y los alumnos pueden estudiar de memoria oraciones enteras (construcciones sintácticas) o bien pueden representarse mentalmente (imaginarse) cosas diferentes a las que el docente espera o supone (ver porcentajes de la pregunta 1).

Las y los jóvenes que aprenden química realizando una actividad científica escolar, como la electrólisis, no sólo reconocen nuevas ideas e identifican evidencias (las “observan”), sino que deberían aprender a hablar y escribir sobre ellas, de forma que este hablar y escribir les posibilite dar un mejor significado a aquellas ideas y experimentos. Esto se hace complejo en la medida en que se conecta con la habilidad de elegir entre describir, explicar y justificar, según se requiera o se solicite (ver porcentajes de la pregunta 2 y 3).



Figura 17. Fotos del Aparato de Hofmann usado en la electrólisis del agua en el CCH.

Para muchos investigadores, el concepto de reacción química es considerado crucial dentro de la química, ya que de su correcta comprensión depende que el estudiante pueda desarrollar con éxito otras áreas de esta ciencia e incluso de la biología. Ronald Gillespie (1997) califica a la reacción química como una de las seis grandes ideas de la química.

La electrólisis del agua es un ejemplo de lo complicado que puede ser la relación entre los contenidos involucrados (ver figura 17) y las estrategias didácticas empleadas (ver figura 16). En la figura 17 se muestra un mapa conceptual con la intención de hacer explícita la carga teórica que implica la observación de un fenómeno, hasta cierto punto, común dentro de la cotidianidad del salón de clases de química de EMS (ver figura 16). Las y los docentes deben contar con una formación continua que fomente re-imaginarse la educación química para reconsiderar cómo puede adecuarse ésta a la sociedad actual y mexicana y cómo pueden alcanzarse las necesidades de todos las y los estudiantes, aquellos que continuarán estudiando áreas científicas o técnicas y aquellos que no lo hará.

Una primera conclusión es que el tema de reacción química resulta ser relevante, aunque complejo y abstracto.

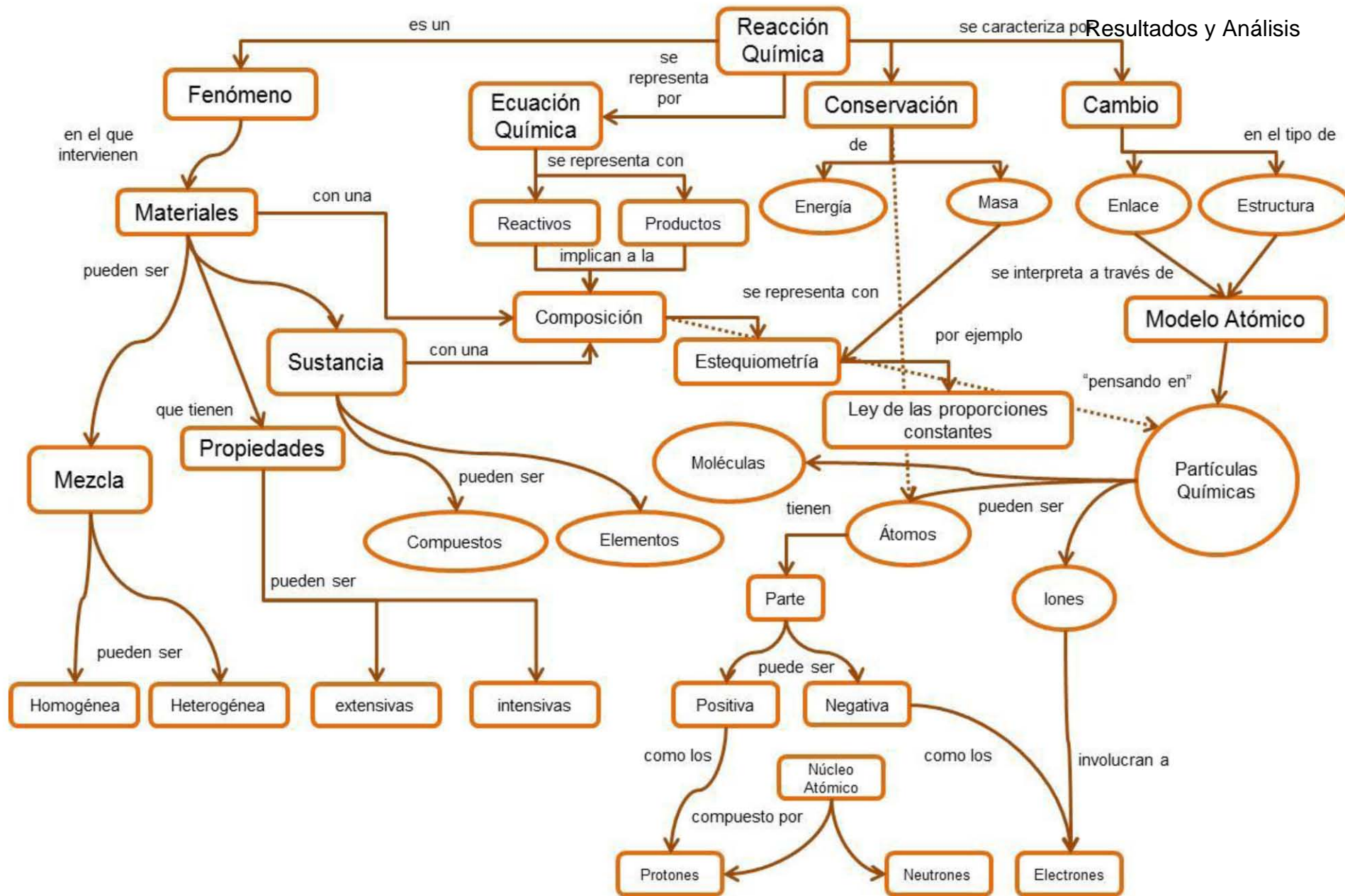


Figura 18. Mapa conceptual sobre reacción química. Fuente: elaboración propia.

¿Cuál representación, en qué momento?

Las actividades 1 y 2 de la parte de cierre de la secuencia didáctica son propuestas para futuras aplicaciones.

La actividad 1 tiene la intención de que la o el estudiante construya hipótesis (suposiciones) para diseñar y aplicar modelos y así corroborar su validez.

La actividad 2 tiene la intención de fomentar la búsqueda de información.

Una “disciplina” es una manera de ver el mundo, un modo de conocer, y todo lo que se conoce en esa “disciplina” es inseparable de los “símbolos” (típicamente palabras) en los que se codifica el conocimiento producido por ella. Enseñar química o cualquier otra “materia” es, en un último análisis, enseñar un lenguaje, una forma de hablar, una forma de ver el mundo. No sólo tiene que ver con la memoria. Pero al parecer esto se puede olvidar. La actividad 3 es una evaluación sumativa y pretendió medir si se logró el aprendizaje del lenguaje químico.

88% de las y los 27 estudiantes reprobaron el examen.

A pesar de las calificaciones, una de ellas comentó:

"Yo tenía una idea en los años anteriores que la química era una materia complicada y que era de muchas fórmulas y números, y por lo que he visto es todo lo contrario; por la forma de las clases me dieron otra forma de pensar sobre la química".

Las actividades 4 y 5 son de evaluación formativa. A continuación se muestran los porcentajes asociados a cada respuesta:

Actividad 4. Cuestionario de evaluación formativa.

24 alumnos “regulares” contestaron a las preguntas:
El cuestionario se contestó cerca del final del semestre, en aproximadamente 5 minutos.

Qué te gustó de la clase	%
Experimentos	62.5
Explicaciones de la maestra	37.5
La forma de la clase	8.3
Casi todo	4.2
Evaluación	4.2
Qué te disgustó de la clase	%
Nada	54.2
Que me cambien de lugar	4.2
Que el salón no esté abierto temprano	8.3
Actitud de los compañeros	4.2
Tareas	8.3
Exámenes	4.2
Teoría	4.2
Nomenclatura	4.2
Qué ideas propones para mejorar la clase	%
Revisar mejor las tareas	4.2
Participación	4.2
Investigaciones	4.2
Dinámicas, juegos	8.3
Ideas concretas	12.5
Documentales	4.2
Más experimentos	4.2
Ser más estrictos	8.3
Cómo fue tu desempeño en la clase	%
Malo	41.7
Regular	33.3
Bueno	20.8
Qué aprendiste o te resultó importante	%
Todo	16.7
Electrólisis agua	25
Síntesis agua	16.7
Mezclas	8.3
Importancia del agua	16.7
Nomenclatura	8.3
Modelos atómicos	4.2
Compuesto	4.2
Átomo	4.2
Ácidos y bases	4.2
Diferencia entre propiedades físicas y químicas	4.2
Métodos de separación	8.3

Tabla 12. Resultados cuestionario de evaluación formativa.

Actividad 5. Cuestionario sobre la evaluación formativa.

20 alumnos “regulares” contestaron a las preguntas:
El cuestionario se contestó la última clase del semestre, en aproximadamente 5 minutos.

Pregunta	
¿Qué calificación te gustaría obtener?	9 ó 10; 100%
¿Qué calificación piensas que obtendrás?	8; 50% < 8; 50%
¿Qué fue lo que te faltó para alcanzar la calificación que deseabas?	
Participación	60%
Hacer tareas	40%

Tabla 13. Resultados cuestionario sobre la evaluación formativa

Actividad³¹. ¿Qué tan útil fue el material didáctico de apoyo para el desarrollo de las actividades?

En promedio, 20 alumnos “regulares” contestaron a las preguntas:
El cuestionario se contestó en varios momentos del semestre

Pregunta	
¿Qué tan útil fue el material didáctico de apoyo para el desarrollo de las actividades?	
Fue muy útil	100%

Tabla 14. Resultados a la pregunta: ¿Qué tan útil fue el material didáctico de apoyo para el desarrollo de las actividades?

Se enseña, se aprende y se evalúa a través de actividades, por lo que, en toda propuesta didáctica, los criterios para la selección y secuenciación de éstas son fundamentales para su diseño. Las actividades, y la estrategia de aplicación de ellas, son las que posibilitan que el estudiante acceda a (y construya) conocimientos que por sí mismo no podría llegar a representarse.

“Las actividades son distintas entre sí no sólo por los contenidos que introducen, sino sobre todo por sus finalidades didácticas, es decir, por la función que, la o el docente supone que puede tener en relación al proceso de enseñanza,

³¹ La actividad no tiene asignado un número ya que se implementó en varios momentos.

aprendizaje y evaluación diseñado. Este proceso didáctico es la hipótesis que se formula sobre cuál puede ser el mejor “itinerario” para sus alumnos con el objetivo de que aprendan, teniendo en cuenta tanto los contenidos a introducir como las características y diversidad de las y los alumnos, así como otras variables, por ejemplo, el tiempo y material disponible” (Sanmartí, 2008).

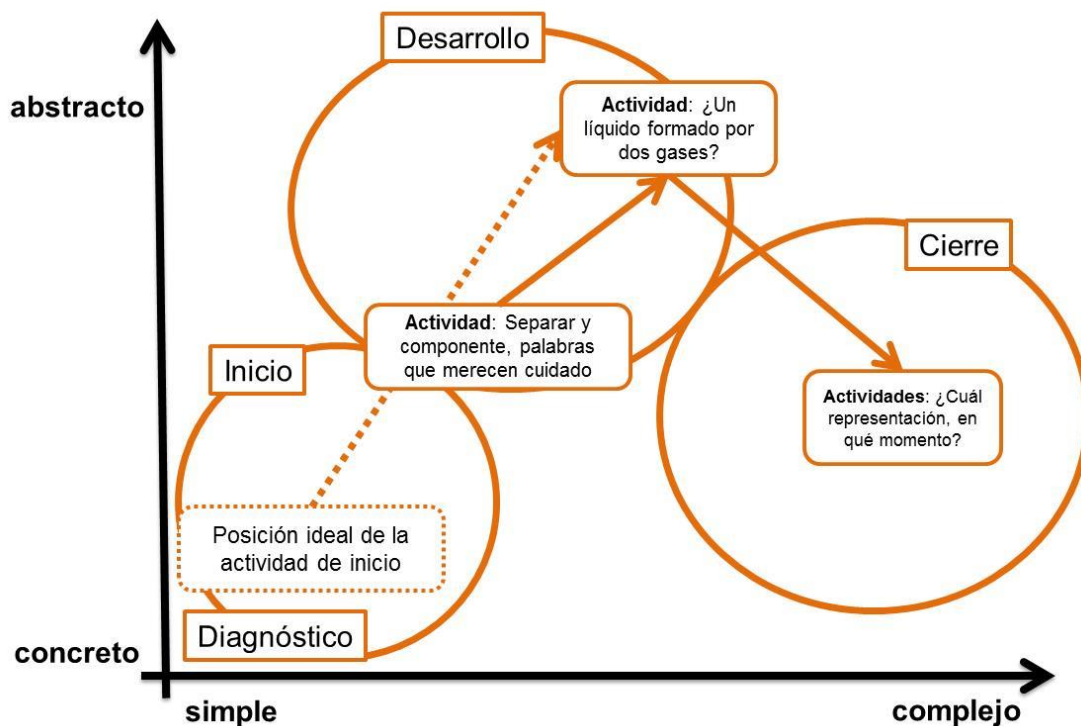


Figura 19. Posición ideal de la actividad de inicio. Editado de Sanmartí (2008).³²

De manera específica, para este estudio, la actividad de desarrollo (¿Un líquido formado por dos gases?) puede tener objetivos didácticos distintos según el momento en el cual se presenta. Puede ser útil para explorar ideas del alumnado y motivarlos, para promover que identifiquen nuevas variables y relaciones, o para aplicar conocimientos introducidos anteriormente. En cada caso, aunque el experimento sea el mismo, la forma de plantearlo, cómo presentarlo a las alumnas y alumnos, la discusión acerca de las observaciones realizadas, el tipo de conclusiones esperadas, etc., serían diferentes.

³² Sanmartí, N. (2008). Evaluación como ayuda al aprendizaje. Barcelona: Graó

Las concepciones alternativas de los estudiantes sobre reacción química, en general, no puede considerarse que se forman fuera del salón de clases, dado el nivel de abstracción y complejidad de este concepto y que las experiencias de las y los estudiantes con la reacción química son indirectas (somos testigos de reacciones químicas pero no somos conceptualmente conscientes de ello), de modo que podemos atribuir las concepciones alternativas de los estudiantes a la forma en la que el tema es abordado en el salón, a los materiales que se utilicen y, sobre todo, a la representación que el estudiante construya sobre este concepto.

Todas estas reflexiones, sin embargo, están condicionadas a la capacidad del profesor en formación de considerarse a sí mismo como comunicador (“usuario experto” del lenguaje de la química), y explorar su discurso buscando las fracturas.

En este proceso fue fundamental la participación y el apoyo de la docente titular del grupo (docente experta). La imagen como docente no es gratuita, se “gana” cuando se trabaja sobre presupuestos académicos reales y relaciones personales (afectivas) y de grupo, ágiles, frescas, que generan confianza y respeto; situación que la maestra titular manejó y ejemplificó durante todo el tiempo.

5. Conclusiones

1. Los tipos de representaciones (lenguajes) que se utilizan en el discurso empleado al abordar algunos temas colaterales al de la reacción química (representada por una ecuación química) en una clase formal de química con alumnos de EMS son: palabras, símbolos, imágenes y fórmulas; pero para que ese discurso sea didácticamente apropiado se deben construir los referentes teóricos y metodológicos adecuados a cada integrante del proceso de comunicación.

Las y los docentes tendríamos que sensibilizarnos para darle mayor atención a las representaciones que usamos en clase de química en la EMS con la intención de crear puentes entre nuestro lenguaje y el de las y los estudiantes a través de la búsqueda de un equilibrio entre formas de comunicación-expresión típicamente personales (alimentadas por el sentido común) y aquellas que forman un código establecido por los expertos (las y los docentes).

2. Se elaboró una propuesta didáctica en torno al tema de la reacción química abordando algunos temas colaterales en una clase formal de química con alumnos de EMS.

Después de la aplicación de la secuencia didáctica se puede concluir sobre la influencia debida a factores no lingüísticos, referidos estos como aquellos factores o situaciones emotivos y sobre motivación entre docentes, alumnos y ellos mismos. Existe una estrecha relación entre el aprendizaje y el interés por aprender; mucho más tratándose de aprender algo con una grado de dificultad y abstracción evidente.

3. Se elaboraron instrumentos para obtener evidencias (y analizarlas) sobre el discurso empleado por el par docente-alumnos en el proceso educativo correspondiente al tema de la reacción química.

El discurso del docente (de química en la EMS) es un conjunto de información explícita e implícita que utiliza múltiples representaciones. Cada representación

tiene sus propios códigos y formatos sintácticos aceptados y compartidos por los expertos, pero esos consensos no siempre son expresados en las explicaciones dadas en clase.

Con la intención de lograr esa comunicación las y los docentes debemos fomentar las “interacciones comunicativas” a través de actos conscientes; por ejemplo: orientar sin imponer, estimular, alentar, referirse a los intereses del interlocutor (las y los alumnos), tener en cuenta sus necesidades, sus motivaciones, esforzarse por entender y hacerse entender, demostrar aceptación o “confirmar” al otro y no manipular, entre algunas.

4. Se analizaron los tipos de representaciones (lenguajes) empleados en la enseñanza, aprendizaje y evaluación del tema de la reacción química (representada por una ecuación química), poniendo especial atención en las ventajas y desventajas de hacer explícita su presentación en el discurso empleado durante la comunicación dentro del aula. Gracias a ello se encontró que:

La comunicación entre las y los docentes y las y los estudiantes de química en EMS tiene una serie de dificultades.

Una de las dificultades está asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico ya que la apropiación del lenguaje científico es un proceso gradual y contextualizado. Sin embargo, también podemos reconocer las posibilidades para lograrla de una manera eficiente a través del desarrollo de las “interacciones comunicativas”, como se desarrolló en la conclusión pasada.

La actual EMS trata de corregir la orientación excesivamente academicista que había caracterizado esta etapa en épocas anteriores, para dar entrada a elementos formativos relativos a la actividad técnico-profesional. El ritmo de cambios tecnológicos que se producen en nuestra sociedad y el hecho de que la EMS es la vía que conecta los dos niveles de la educación técnico-profesional justifican esta nueva orientación.

La EMS pretende favorecer la madurez intelectual y humana de los alumnos, dotarles de los conocimientos y habilidades necesarios para desarrollar sus funciones sociales con responsabilidad y competencia, y prepararles para proseguir estudios superiores o incorporarse a la vida activa. Con la ayuda de un adecuado diseño pedagógico se pueden proponer caminos o posibilidades a los alumnos para que generen su propio “proyecto de vida”.

Las personas, como miembros de una sociedad, aprenden (y aprehenden) las claves de su cultura, no sólo en la escuela sino en un cúmulo de espacios, procesos, instituciones, relaciones personales; recibiendo mensajes y propuestas, elaborando códigos e interpretando normas sociales; las cuales abarcan no sólo los conocimientos conceptuales, sino también creencias, virtudes (valores), saberes, habilidades, aptitudes y sentimientos. Es un presente influido por una herencia que nos marca y condiciona. Al pretender dar clases vale la pena considerarlo.

Interpreto la realidad escolar como un sistema complejo y singular, con interacciones múltiples entre diversas variables: relativas a los alumnos, al profesor(es), a la institución, al contexto físico, al contexto social, entre los más relevantes.

6. Consideraciones finales

Como parte de las perspectivas para continuar con el proyecto de investigación aun después de terminar este escrito se pretende comentar en este apartado las inquietudes a desarrollar en un futuro cercano. Algunas reflexiones a este momento son:

Es cierto que una propuesta docente no es suficiente para lograr un cambio en todo un sistema establecido, pero también es cierto que se debe iniciar de alguna forma dicho cambio; los profesores se jactan de poseer el conocimiento disciplinario y la experiencia didáctica, los alumnos parecen no darse cuenta de que poseen la curiosidad, imaginación y sentido común, para remitirse a una interacción más activa con ellos mismos, con sus condiscípulos y hasta con el maestro; dejar pasar esta atmósfera de convivencia puede desembocar en una clase tediosa, aburrida o sin sentido para los jóvenes; ¿quién, si no los alumnos, deben preparar la clase, más que el mismo profesor? ¿Cómo saber lo que me inquieta al ser alumno, en relación a los temas desarrollados en clase, si ni siquiera los conozco?

Las habilidades del pensamiento, los hábitos de estudio, la adquisición de valores, la capacidad de seguir un procedimiento, el amor hacia lo que se hace, el amor hacia el estudio, deben ser líneas pedagógicas en todo el historial académico de un estudiante.

Es en la práctica ágil, creativa y propositiva del docente donde se puede iniciar un interés hacia un tipo de vida llena de diversidades y tolerancias, llena de comunicación científica o coloquial, acorde a el desarrollo del estudiante; estudiante que dadas sus expectativas, cualidades, motivos, puede no dedicarse a la química, pero si beneficiarse de la enseñanza de ella, en su interacción social.

Para cambiar mi manera de enseñar y aprender debo hacer explícito las representaciones implícitas con las que ando por la vida (¿quién cambia algo que le ha servido durante largo tiempo (la vida entera)? Depende para qué se desea

cambiar) Sí, es verdad, como alumno (instruido en un área científica) y docente, sigo “confiando en el poder de la palabra, del conocimiento explícito y predicado, como el motor del cambio en la comprensión y en la acción” (Pozo, 2006). Ese “realismo crítico” renombrado en una teoría implícita interpretativa.

“Cambiar las formas de enseñar requiere cambiar no sólo nuestras creencias implícitas sino, la relación entre esas representaciones de carácter implícito y los conocimientos explícitos que mantenemos para esas mismas situaciones” (Pozo, 2006). Esto para mí, es reflexionar sobre mi reflexión; es decir, no sólo planear y planear, hacer y hacer, sino avanzar dando vueltas de ida y de regreso y ser consiente y sensible de ello.

En definitiva, la exigencia de una “alfabetización científica” o una “ciencia para todos” en el marco de las nuevas demandas formativas de la llamada “sociedad del conocimiento” ha dejado al desnudo las limitaciones de la educación científica tradicional para proporcionar una cultura científica que forme parte del acervo de conocimientos común en nuestras sociedades (Pozo, 2002).

Retomo los motivos que dieron origen a este escrito. El análisis no se termina con el fin de este escrito. La socialización empieza, ahora con un “nuevo lente”. La obligación es tanta como es la responsabilidad adquirida. La necesidad se sacia con la comunicación armónica, negociada. Y todo ello alimenta el placer de pensar, actuar y formar parte de una profesión apasionante: la docencia de la química y la ciencia. El ciclo no concluye, el camino es largo; pero la emoción de continuar (tomando y dando clases) me motiva a seguir en la búsqueda y construcción de ser una mejor persona, para poder así, ser un mejor docente.

Los resultados parciales de este estudio se presentaron y publicaron en los siguientes eventos académicos:

Presentación #1: Participación como autor de un cartel, el 4 de septiembre de 2008, en el 3er coloquio “Voces del Posgrado”, en la explanada del Edificio Tlahuizcalpan de la Facultad de Ciencias, UNAM.

Presentación #2: Participación como autor de la ponencia-cartel, titulada: “Palabras, símbolos, imágenes, fórmulas ¿Cómo hablar y escribir de química en el nivel medio superior?”, en coautoría con la M. en EMS Blanca Estela Zenteno Mendoza y el Dr. Luis Miguel Trejo Candelas; presentada en la 8ª Convención Nacional y 1ª Internacional, de la Academia Mexicana de Profesores de Ciencias Naturales; celebrada en la ciudad de Zacatecas, en noviembre de 2008.

Presentación #3: Participación como autor, el 3 de diciembre de 2008, en el 2o coloquio de maestrantes MADEMS, en la sala: Aula Magna de la FES Iztacala, UNAM.

Presentación #4: Participación como autor de la ponencia, titulada: “Palabras, símbolos, imágenes y fórmulas ¿Cómo hablar y escribir de química en el nivel medio superior? Implicaciones en la enseñanza y aprendizaje de la química general”, presentada en el VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de la Ciencias, celebrado en la ciudad de Barcelona, España, los días 7, 8, 9 y 10 de septiembre de 2009.

Publicación: “¿Cómo enseñar explícitamente todos los lenguajes de la química en bachillerato para promover una comunicación activa en el aula?”. Publicado en el libro: Enseñanza y Divulgación de la Química y la Física; Gabriel Pinto Cañón, Manuela Martín Sánchez (Editores), Ibergarceta publicaciones; Madrid, España, 2012. ISBN: 978-84-1545-224-9.

7. Bibliografía

1. Ahtee, M., Varjola, I. (1998). Student's Understanding of Chemical Reaction. *International Journal of Science Education*. 20 (3), 305-316.
2. Ander-Egg, E. (1993). *La planificación Educativa. Conceptos, métodos, estrategias y técnicas para educadores*. Buenos Aires: Argentina.: Magisterio del Rio de la Plata.
3. "Área de Ciencias Experimentales" en Plan de Estudios Actualizado. CCH, DUACB, julio de 1996
4. Astudillo, C., Rivarosa, A., Ortiz, F. (2011). Formas de pensar la enseñanza en ciencias. Un análisis de secuencias didácticas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*.10 (3), 567-586.
5. Atkins, P., W. (2011). *Reactions: The Private Life of Atoms*. London: Oxford University Press.
6. Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
7. Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
8. Bell, J. (2002). *Cómo hacer tu primer trabajo de investigación*. Barcelona: Gedisa.
9. Borko, H. (1996). *Learning to teach*. En D. B. (eds.), *Handbook of educational psychology* (págs. 673-708). Nueva York: Macmillan.
10. Bourdieu, Pierre (1997). *Capital cultural, escuela y espacio social*. México: Siglo XXI.
11. Bruner, J. (1998). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Ediciones Morata.
12. Bruning, R. G. (2004). *Cognitive psychology and instruction*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
13. Caamaño, A. (2006). Retos del currículum de química en la educación secundaria. La selección y contextualización de los contenidos de química en los currículos de Inglaterra, Portugal, Francia y España. *Educación Química*. 17, 2, 195-208.

14. Calatayud, M., L., Gil, D. y Gimeno, J., V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 14, 71-81.
15. Castillejos, A. (coord.) (2006). *Conocimientos Fundamentales de Química. Volumen I* (Libro de texto para bachillerato UNAM). México D.F.: Pearson Educación y Universidad Nacional Autónoma de México.
16. Chamizo, J.A. (2005). Hacia una cultura química. *Ciencia. Revista de la Academia Mexicana de Ciencias*. 56; pp. 6-16.
17. Chamizo, J.A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*. 7(1), pp. 26-41
18. Chamizo, J. A.; Izquierdo, M. (2007) Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Educación Química*. 18(1), 6-11.
19. Corominas, V, T., y Lozano, M. T. (1994). Trabajos prácticos para la construcción de conceptos. *Alambique*. 2, pp.21-26
20. De Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*. 305-314.
21. De Vos, W., Verdonk, H., A. (1985). A new road to reactions. *Journal of Chemical Education*. 62 (3), 238.
22. De Vos, W., Verdonk, H., A. (1986). A new road to reactions. Part III. Teaching the heat effect of reactions. *Journal of Chemical Education*. 63 (11), 972.
23. De Vos, W., Verdonk, H., A. (1987). A new road to reactions. Part V. The elements and their atoms. *Journal of Chemical Education*. 64 (12), 1010.
24. Delval, J. (2006). *El Desarrollo Humano*. México. Siglo Veintiuno Editores. Capítulo 21.
25. DGB. (2011). Dirección General de Bachillerato. Recuperado el 18 de marzo de 2013, en:
http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/pdf/Doc_Base_Mar_2012_Rev01.pdf.pdf

26. Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*. 11(5), pp. 481-490.
27. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Woodrobinson, V. (1994). *Making sense of secondary science. Research into children's ideas*. Londres: Routledge.
28. Dulanto, E. (2000). *El adolescente*. Asociación Mexicana de Pediatría, AC. México: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
29. Durand, P., Víctor M. (2002). *La Formación Cívica de los Estudiantes en la UNAM*. México: Porrúa.
30. Eggen, P. (2009). *Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento*. México: FCE.
31. ENP. (marzo de 2013). Escuela Nacional Preparatoria. Recuperado el 18 de marzo de 2013, en: <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/quinto/1501.pdf>
32. Fernández, L., J., A., Moreno, S., J., I. (2013). La química en el aula: entre la ciencia y la magia. Documento de internet. Recuperado el 26 de mayo de 2013, en: http://www.murciencia.com/upload/comunicaciones/quimica-ciencia_y_magia.pdf
33. Florenzano, R. (2002). *El adolescente y sus conductas de riesgo*. Santiago: Ediciones Universidad Católica de Chile.
34. Furió C.; Azcona, R.; Guisasola, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias*. 17 (3), 359-376.
35. Gable, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A look to the Future. *Journal of Chemical Education*. 70 (3), 548-553
36. Galagovsky, L., Bonán, L. y Adúriz Bravo, A. (1999). Problemas con el lenguaje científico en el aula. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*. 16(2), pp. 315-321.
37. Galagovsky, L., R., Morales, L., Bonán, L., Adúriz Bravo, A. y Meinardi, E. (1999). El modelo de ciencia escolar: una propuesta de la didáctica de las

- ciencias naturales para articular la normativa y la realidad del aula. Actas de la XI Reunión de Educación en Física. Mendoza. Argentina.
38. Galagovsky, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*. 107-121.
39. Gardner, H. (2005). *La escuela del futuro*. México: FCE.
40. Garritz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*. 21[1]
41. Gensler, W. (1970). Physical versus Chemical Change. *Journal of Chemical Education*. 47 (2), 154-155.
42. Gillespie, R., J. (1997). The great ideas of chemistry. *Journal of Chemical Education*. 74(7), 862-864.
43. González, J. H. (2006). Construir una identidad. Vida juvenil y estudio en el CCH Sur. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 459-481.
44. Guerra R. María Inés y Guerrero S. María Elsa (2004). *¿Qué sentido tiene el bachillerato? Una visión desde los jóvenes*. México: Universidad Pedagógica Nacional.
45. Gómez-Moliné M. R.; Sanmartí N. (2000) Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*. 11[2]
46. Guevara, S. M. y Valdez G. R. (2004). Los modelos en la enseñanza de la Química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación Química*. 15 (3), 243-247.
47. Guilar, M., E. (2009). Las ideas de Bruner: “De la revolución cognitiva ” a la “revolución cultural”. *Educere* [online]. Recuperado el 26 de mayo de 2013, en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102009000100028&lng=es&nrm=iso
48. Harrison, Allan G. y David F. Treagust (2000). Learning about atoms, molecules and chemicals bonds: A case study of multiple model use in grade 11 chemistry. *Science Education*. 84 (3), 352-381.

49. Herradón, B. (10 de septiembre de 2011). La química: ciencia central en el siglo XXI. Blog:
<http://www.madrimasd.org/blogs/quimicaysociedad/2011/09/10/132641>
50. Hesse, J., J., Anderson, C., W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(3), 277-299.
51. Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*. 247-264.
52. Izquierdo, M. (2001). El naixement de la Química Moderna. *Revista de la Societat Catalana de Química*. 43-48.
53. Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*. 92 (4), 115-136.
54. Izquierdo, M., Sanmartí, N. (1998). Ensenyar a llegar i a escriure textos de ciències de la naturalesa, en Jorba, J., Gómez, I. y Prat, À. (comps.). *Parlar i escriure per aprendre. Ús de la llengua en situació d'ensenyament-aprenentatge de les àrees curriculars*. Bellaterra: UAB-ICE.
55. Jensen, W. (1998). Does Chemistry have a Logical Structure?. *Journal of Chemical Education*. 75 (6), 679-687.
56. Jensen, W. (1998). Can we unmuddle the chemistry textbook?. *Journal of Chemical Education*. 75 (6), 817-828.
57. Jensen, W. (1998). One Chemical Revolution or Three?. *Journal of Chemical Education*. 75, pp. 961-969.
58. Johnstone, A.H. (1982). Macro and micro chemistry. *School Science Review*. 64 (227), pp. 377-379
59. Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Computer Assisted Learning*. 7, pp. 75-83.
60. Jorba et al. (ed.) (1998) *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Barcelona: ICE/UAB.

61. Julián, I., Sáez, R., Martínez, S. (traductores) (1999). *Química. Diccionarios Oxford-Complutense*. España: Editorial Complutense.
62. Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Santillana
63. Kuhn, T. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
64. Lazlo, P. (1991). Falacias acerca de la química. *Educación Química*. 2 (1), 29-35.
65. Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Madrid: Paidós.
66. Lemke, J. (1998a). *Teaching all the languages of science: words, symbols, images, and actions*. En: J.R. Martin & R. Veal (Eds.), *Reading science: critical and functional perspectives of discourses of science* (pp. 87-111). New York: Routledge.
67. Lemke, J. L. (1998b). *Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text*. En: J.R. Martin & R. Veal (Eds.), *Reading science: critical and functional perspectives of discourses of science* (pp. 87-111). New York: Routledge.
68. Liendo, E., Uribarri, A. y Grosman, M. (2000) Hablar en Ciencias. *La educación en los primeros años*. Nº 4.
69. Lloréns Molina, J.A. (1991). *Comenzando a aprender Química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Aprendizaje Visor.
70. Lombardi, G., Caballero, C. (2007). Lenguaje y discurso en los modelos conceptuales sobre equilibrio químico. Documento de internet, recuperado el 26 de mayo de 2013, en:
http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n3/v12_n3_a6.htm
71. •Lowe, Richard K. (2000). "How much are pictures worth?", Actas del Seminario "Putting you in the picture", Universidad de Newcastle, Londres, p. 20-24.
72. Markow, P., G. (1988). Teaching Chemistry Like the Foreign Language It Is. *Journal of Chemical Education*. 65 (4), 346-347.

73. Martínez, V., A., Bonilla, H., B., Rodríguez, Z., O., López, F., A. (2010). ¿Conceptos fundamentales o fundamentos para vivir?. *Educación Química*. 21 (3), 198-201.
74. Mayer, R. (1998). *Cognitive theory for education: What teacher need to know*. En N. Lambert, & B. M. (eds.), *How student learn: Reforming schools throug learner-centered instruction* (págs. 353-378). Washington: American Psychological Association.
75. Moliner, M. (2013). Diccionario de uso del español; versión on line. Recuperado el 29 de mayo de 2013, en: <http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=moliner&page=showindex>
76. Moore, W. et al. (1998). *El mundo de la química. Conceptos y aplicaciones*. México: Pearson Educación.
77. Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, (págs. 19-44). Burgos.
78. Moreira, M. A. (2000). Aprendizaje Significativo Subversivo, Publicado en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, pp. 33-45, Lisboa.
79. Moreno, A. & Del Barrio, C. (2000). *La experiencia adolescente: A la búsqueda de un lugar en el mundo*. Buenos Aires: Aiqué.
80. Moreno, M. (2002). *Formación para la investigación centrada en el desarrollo de habilidades*. México: Universidad de Guadalajara.
81. OCDE. (2012). <http://www.oecd.org/edu/EAG2012%20-%20Country%20note%20-%20Mexico.pdf>. Recuperado el 17 de marzo de 2013
82. Orlandi, E. (1996). *Discurso e leitura*. Brasil: Editora da Universidade Estadual de Campinas.
83. Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.
84. Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.A, (2002). *Más allá del “equipamiento cognitivo de serie”: la comprensión de la naturaleza de la materia*. En: M.

- Benlloch (ed.) *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Paidós.
85. Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez Echevarría, M.P., Mateos, M., Martín, E., De la Cruz, M., (Eds.), (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.
86. Rodríguez, M., U. (20 de octubre de 2002). Científicos explican la inestabilidad de los adolescentes. *Milenio Diario*, pág. 35.
87. S/A. Plan de Estudios Actualizado. CCH (1996). Asignaturas Química I y Química II (primero y segundo semestres). DUACB. México: UNAM
88. SIA. (2010). *Historia clínica del adolescente y formularios complementarios: instrucciones de llenado y definición de términos*. Montevideo: CLAP/SMR. Publicación científica.
89. Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
90. Sanmartí, N. (2008). *Evaluación como ayuda al aprendizaje*. Barcelona: Graó
91. Sauquillo, J. (2001). *Para leer a Foucault*. Madrid: Alianza.
92. SEP. (2011). Programas de estudio 2011. Guía para el Maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias. México: SEP
93. Souza M., (2010). Los conceptos estructurantes de la investigación cualitativa. *Salud Colectiva*. 251-261.
94. Scerri, E.R. (2001). Philosophy of chemistry-a new interdisciplinary field?. *Journal of Chemical Education*. 77, 522-525.
95. Smolin, L. (1997). *The life of the cosmos*. London: Weindenfeld & Nicolson.
96. Stubbs, M. (1984). *Lenguaje y escuela: análisis sociolingüístico de la enseñanza*. Buenos Aires: Cincel-Kapeluz.
97. Shulman, L. S., (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*. 57(1), 1-22.
98. Talanquer, V. (2009). Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos?. *Educación Química*. 20 (1), 29-35.

-
99. Thier, M.; Daviss, B. (2002) *The New Science Literacy. Using language skills to help students learn science*. Heinemann. USA
100. Toledo, C. E. (2011). Los posgrados “profesionalizantes”: adecuación y normalización para una buena operatividad con el RGEP. Documento recuperado el 17 de marzo de 2013, en: <http://www.cicimar.ipn.mx/diplomado/wp-content/uploads/2011/06/UNAM-Posgrados-Profesionalizantes.pdf>
101. Toulmin, S. (1972). *Human understanding: The college use and evolutions of concepts*. Princeton: Princeton University Press.
102. Van Driel, Jan H. y Nico Verloop (1999), Teacher’s knowledge of models and modeling in science. *International Journal of Science Education*. 21, (11), 1141-1153.
103. Vygotsky, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
104. Wu, H-K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*. 87, 868-891.

8. Anexo

Anexo #1. Propuesta para la evaluación del informe escrito del trabajo práctico

Acciones que he de hacer	Estará bien hecho si...
1. Escoger un título para el informe	1.1 está de acuerdo con la experiencia 1.2 resume el objetivo principal 1.3 es sugerente
2. Identificar el objetivo principal	2.1 está de acuerdo con las finalidades del trabajo realizado 2.2 empieza con un verbo
3. Plantear la hipótesis	3.1 se indican las variables dependiente e independiente 3.2 se indican las variables que se controlan 3.3 se redactan utilizando la forma: "Si... entonces..." ³³
4. Indicar los materiales e instrumentos utilizados en la experimentación	4.1 se anotan todos 4.2 se denominan correctamente
5. Describir el procedimiento seguido	5.1 está de acuerdo con las hipótesis 5.2 se describen los diferentes pasos en párrafos separados 5.3 los párrafos son cortos, precisos y concisos 5.4 se acompañan con esquemas
6. Transcribir las observaciones y los datos	6.1 son sistemáticas en relación con la variable independiente 6.2 se utilizan tablas y cuadros 6.3 se visualizan fácilmente 6.4 incluyen observaciones sobre aspectos divergentes u otros
7. Transformar los datos	7.1 si permiten visualizar y llegar a conclusiones en relación con la hipótesis planteada 7.2 si utiliza gráficos o esquemas
8. Redactar las conclusiones	8.1 responden a las hipótesis 8.2 se relacionan con aspectos teóricos que "explican" los resultados obtenidos 8.3 se diferencian las interpretaciones personales de las que son aceptadas científicamente 8.4 en la redacción se utilizan los términos científicos adecuados y sin errores 8.5 si las frases están bien construidas (atención a los conectores)
9. Revisar el texto elaborado	9.1 se comprueba que una persona que no ha hecho el experimento lo puede repetir 9.2 la presentación permite leer fácilmente el texto 9.3 la puntuación y la ortografía son correctas

Instrumento para la evaluación de la redacción de un informe de una experiencia de laboratorio hipotético-deductiva. Editado de Jorba (1998).

³³ Formato de hipótesis deductiva