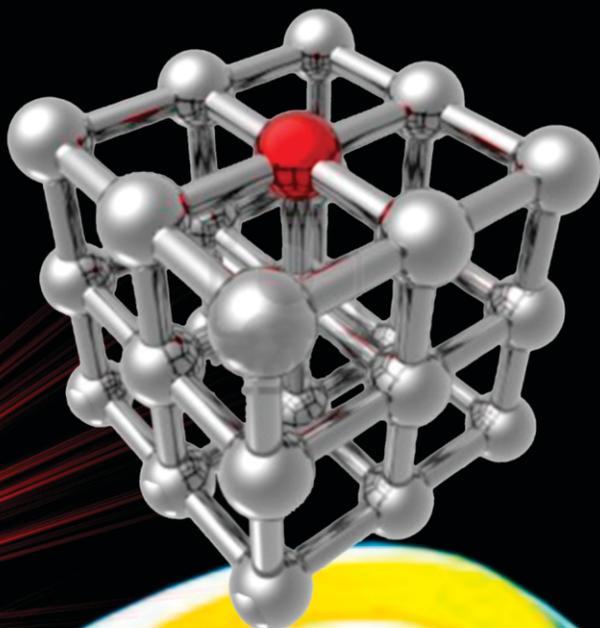
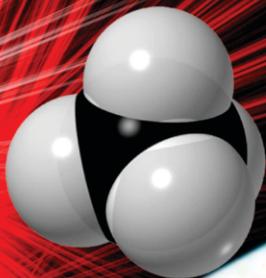
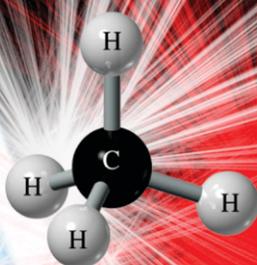


UNIDADES DIDÁCTICAS EN QUÍMICA

Su contribución a la promoción de competencias
de pensamiento científico

Volumen 3



Mario Quintanilla Gatica
Cristian Merino Rubilar
Silvio Daza Rosales



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE



GRECIA



UNIPAZ



GRECI



CONICYT
COMISIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Fondecyt
FONDO NACIONAL DE DESARROLLO
CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Mario Quintanilla Gatica PH.D. Science Education, Universidad Autónoma de Barcelona, España, Profesor Adjunto del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Director del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales en Investigación de Didáctica Aplicada (GRECIA). Ha sido asesor educativo y consultor internacional de diversos proyectos educativos-científicos en España, México, Inglaterra, Holanda, Argentina, Uruguay, Panamá, Honduras, Colombia, Perú, Paraguay y Cuba como asesor y colaborador de la UNESCO. Actualmente dirige el proyecto FONDECYT 1095149 sobre resolución de problemas, desarrollo de competencia de pensamiento científico y formación docente. Ha sido director de numerosos proyectos de desarrollo, formación, innovación e investigación en enseñanza de las ciencias experimentales de la Dirección de Investigación y Postgrado de la Universidad Católica de Chile. Ha participado en más de 20 congresos nacionales, latinoamericanos y europeos, con más de 50 ponencias en los últimos seis años. Publicaciones: Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar. Historia de la Ciencia, Aportes para la Formación del Profesorado Volumen I y I. Enseñar Ciencia en el Nuevo Milenio: Retos y propuestas. Didáctica y construcción del conocimiento disciplinar en la escuela, y Biología II. marioqq@gmail.com

Cristian Merino Rubilar, Licenciado en Educación y Profesor de Química y Ciencias Naturales por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona, es Profesor Asociado del Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Sus intereses de investigación se centran en el desarrollo y análisis de actividades de innovación para favorecer la construcción de explicaciones científicas escolares, con énfasis en el tránsito entre el fenómeno y la teoría bajo un enfoque modelizador para la formación de profesores de química. cristian.merino@ucv.cl

Silvio Fernando Daza Rosales, Especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Industrial de Santander, Licenciado en Ciencias de la Educación en Biología y Química de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Adelantó estudios de Doctorado en el periodo del 96 al 98 en Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Valencia, España. Profesor asociado de la Escuela de Ciencia de la Universidad de La Paz (UNIPAZ) y del Institución Educativa Diego Hernández de Gallegos. Gestor y coordinador de formación continua, en la Fundación Para la Investigación en la Enseñanza de las Ciencias Naturales –FUPIECINA-. Director del Grupo de Investigación para la Renovación de la Enseñanza de la Ciencia –GRECI- Coordinador del Semillero de Investigación sobre la Enseñanza de la Ciencia en Biología –GEISEB-. Gestor del proyecto de Semillero de Investigadores, hacia la construcción y fortalecimiento académico y el desarrollo de una cultura democrática a partir de la ciencia, con niños y jóvenes de la región. Asesor cultural y de educación en el ámbito del sector público. Ha participado en congresos nacionales e internacionales, como conferencista, panelista y tallerista. Ha publicado en revistas indexadas y recientemente publicó el libro “La Memoria del Agua: Bailes Cantaos Navegan por la Magdalena” biosidaza@hotmail.com

La frase más emocionante que se puede oír en el mundo de la ciencia, la que anuncia nuevos descubrimientos, no es "Eureka" sino "Esto es divertido".

Isaac Asimov

Unidades Didácticas en Química

Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. Volumen 3

Mario Quintanilla
Cristian Merino
Silvio Daza

Asistentes de edición y corrección literaria final.

Sebastián Urra y Mónica Bustamante

Colaboradores

Sylvia Araya / Carmen Aristizábal / Carolina Astudillo / Johanna Camacho / Ana Frías / María de los Ángeles González / Franklin Manríque / Oscar Miranda / Roy Morales / Royman Pérez / Mario Quintanilla / Quira Sanabria / Beatriz Sepúlveda / Gilda Zanocco

FONDECYT 2010

1095149

UNIDADES DIDÁCTICAS EN QUÍMICA

Volumen 3

Director de la colección: Mario Quintanilla

Editores del volumen: Mario Quintanilla, Cristian Merino y Silvio Daza

© Sylvia Araya, Carmen Aristizábal, Carolina Astudillo, Johanna Camacho, Ana Frías, María de los Ángeles González, Franklin Manríquez, Oscar Miranda, Roy Morales, Royman Pérez, Mario Quintanilla, Quira Sanabria, Beatriz Sepúlveda, Gilda Zanocco.

De esta edición:

© GRECIA. Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile
Campus San Joaquín - Av. Vicuña Mackenna 4860 – Macul, Santiago
Teléfono (56)-(2)354 0000
e-mail: grupogrecia@uc.cl

© GRECI. Escuela de Ciencias, Instituto Universitario de la Paz, UNIPAZ,
Barrancabermeja, Santander, Colombia, Autopista Barranca/Bucaramanga,
Teléfono 3164960770.
e-mail: grupogreci@gmail.com

1ª edición: Julio de 2010
ISBN: 978-958-44-7008-9

Diseño de la cubierta: Jairo Enrique Cruz Feria

Impresión: DISEÑOS LITODIGITAL

Impreso en Barrancabermeja – Santander (Colombia)

Con fines comerciales, quedan rigurosamente prohibidas, bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de ésta por cualquier medio, tanto si es electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Si necesita fotocopiar o escanear fragmentos de esta obra, diríjase a grupo grupogrecia@uc.cl - grupogreci@gmail.com

Prólogo

El libro *Unidades Didácticas en Química “Su contribución a la promoción a la promoción de competencias de pensamiento científico”* compilado por los Drs. Mario Quintanilla, Cristian Merino y Silvio Daza, es un producto generado a luz del proyecto FONDECYT 1095149 y que se materializa en un conjunto de guías para profesores, que por su naturaleza y manera en que han sido elaboradas pueden o deben convertirse en guías para sus estudiantes. El material aquí presente se destaca por presentar un material de valioso contenido que trasciende un plano instrumental favoreciendo ampliamente la reflexión y el estudio teórico.

Las Unidades Didácticas en Química, y su contribución al pensamiento científico, captan una temática de actualidad e importancia práctica; la enseñanza y el aprendizaje de la química bajo un enfoque de promoción de competencias de pensamiento científico, generando desafíos para la iniciativa, la innovación y, en suma, la actividad creativa de profesores y estudiantes. Así la solución de problemas científicos, constituyen el eje de cada guía, con lo cual se genera un estímulo en el pensamiento de los estudiantes, favoreciendo así el desarrollo de habilidades cognitivas.

La presente compilación de Unidades Didáctica en Química, es un valioso intento de acercar a los profesores y alumnos a aspectos de naturaleza teórica y metodológica. Estas unidades, han sido elaboradas por profesores de química en formación, profesores de química en activo y connotados investigadores en didáctica de las ciencias de diferentes instituciones que han aportado su esfuerzo e inquietudes sobre la problemática de llevar una educación química de calidad “para todos y todas” los (as) ciudadanos (as).

MQ/CM/SD
Compiladores

Santiago de Chile, 15 de julio de 2010

Presentación del libro

Enseñar y aprender química, conlleva a hablar su lenguaje de formulas y símbolos (inscripciones), dominar sus instrumentos y emocionarse con su mística. Los avances en las investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias y en especial de la química nos invitan a replantearnos nuestra actividad docente entorno a: 1) las maneras de diseñar, instruir y evaluar; 2) tener presente la promoción de habilidades cognitivo-lingüísticas; 3) contemplar la inclusión de la filosofía, la epistemología y la historia de la disciplina; 4) la inclusión de las TIC's 5) e igualmente se considera importante que nuestros estudiantes sean capaces de argumentar y comunicar eficazmente sus conocimientos a audiencias concretas, que puedan tener opiniones fundamentadas y participar en los temas que se discuten en la sociedad. No obstante el conocimiento científico se genera a partir del deseo de saber, comprender e intervenir en el mundo mediante el enfrentamiento y la resolución de problemas. En palabras de Toulmin (1972), *la fuerza motriz de la evolución de la ciencia es la identificación de problemas, problemas que son el resultado de la diferencia entre la exposición de los ideales de la disciplina y lo que realmente se puede hacer en un momento dado*. Así entonces compartimos la idea de que para aprender "química de verdad", hemos de hacer "problemáticas" las nociones químicas que se plantean en clase. Favoreciendo ampliamente la reflexión y el estudio teórico de la química, su enseñanza, evaluación y aprendizaje.

Como hemos venido sosteniendo desde la adjudicación de nuestros Proyectos **FONDECYT 107095 y FONDECYT 1095149** (GRECIA-PUC) quisiéramos insistir en el hecho de *resolver problemas* en la enseñanza de la química (y del mismo modo en otras áreas de la ciencia) no signifique *hacer una tarea*, sino una *actividad científica*, con la cual los estudiantes generen nuevos conocimientos, que se consideran fundamentales para convertirse en *ciudadanos y profesionales competentes* en el campo de las ciencias o donde sea que se desarrolle una vez terminada la enseñanza media. Para avanzar en esta dirección, al igual que en el volumen anterior, en este libro, se problematizan cuestiones centrales de la química: cinética, equilibrio, electro y termoquímico. Cuatro conocimientos centrales, que permiten pensar, inferir, exponer y desarrollar de forma coherente sobre el cambio químico, sobre la base de los planes de estudio vigentes, que corresponden a la diversidad de nuevos conocimientos (conceptuales,

procedimentales y valóricos) que nuestros estudiantes han de adquirir con el propósito de desarrollar determinadas *competencias de pensamiento científico (CPC)*. Habilidades cognoscitivas de 'alto vuelo' para el aprendizaje y comprensión de la química.

Como lo argumentamos en nuestro proyecto de investigación en el ámbito de una “nueva cultura docente en la enseñanza de las ciencias” habría que decir, que la comunicación de la ciencia en el aula, debiera superar las opciones reduccionistas y dogmáticas del aprendizaje y promover en los estudiantes el desarrollo de habilidades cognitivolingüísticas, para facilitar la interacción social, el desarrollo del pensamiento y promover así, la formación de ciudadanos comprometidos con el dinámico engranaje de la justa distribución del crecimiento económico. Debido a ello, la relevancia de promover competencias que permitan al estudiantado afrontar situaciones diversas, sobre la base de un cierto dominio de competencias y habilidades que a buen término les faciliten argumentar, explicar, describir, justificar, inferir, comunicar, formular hipótesis y transferir conocimiento científico de una manera analítica y comprensiva. Pero nos estamos refiriendo a “competencias de pensamiento científico”, es decir, que nuestros estudiantes logren manifestar sus atributos ligados al pensamiento crítico, estableciendo relaciones, resolver problemas, generar modelos y vincular lógicamente distintos tipos de conocimientos. Donde el estudiantado sea capaz de demostrar de manera no reproductiva que ha aprendido a comprender la ciencia y a interpretar el mundo con teoría científica.

Compartimos la noción de que la resolución de problemas para desarrollar el pensamiento docente y estudiantil implica asumir la realidad tal y como es, de manera que, resulte parcialmente determinada para cada individuo; esto es, la realidad como producto de la construcción subjetiva que cada sujeto hace individualmente de la misma, en un espacio colaborativo de significados consensuados. A su vez, esa realidad construida socialmente y distribuida, pasa a tener una cierta materialidad que se puede visualizar en el desarrollo de determinadas competencias de pensamiento científico.

En el marco de esta complejidad, este libro, sigue a través de Unidades Didácticas debidamente justificadas e intencionadas, desde la investigación de la enseñanza en química, desde las cuales el profesor experimenta y le da sentido a la noción de Problema Científico y Competencia *con y desde las cuales* se construye su actuar Didáctico y Pedagógico.

Este libro articulado por grupos de investigación, también es fruto del trabajo incesante y permanente de connotados académicos latinoamericanos que constituyen parte de la importantísima *Red de Investigadores Iberoamericanos en Didáctica de las Ciencias Experimentales* y la Matemática, RedIIDCyM, conformada oficialmente en abril del año 2006, durante el Primer Encuentro de

Investigadores Iberoamericanos en Didáctica de las Ciencias y la Matemática, celebrado en la ciudad de Medellín, Colombia. Durante dicho encuentro se discutieron algunas de las finalidades de la RedIIDCyM, destacándose la necesidad de conjuntar esfuerzos para impulsar la investigación y la formación de recursos especializados en el área. En esta oportunidad la Red celebra su cuarto encuentro en el marco del X Seminario Internacional en Didáctica de las Ciencias Experimentales y XII Encuentro de Educación Química a realizarse 21 y 23 de julio de 2010 en Santiago de Chile convocado a colaborar con la producción en equipo de esta obra editorial. Así, intentamos potenciar la idea de 'trabajo colaborativo en interfase' que no solamente favorece la producción de materiales educativos, sino que además contribuye como 'actividad formadora' en la construcción permanente del conocimiento profesional, didáctico, químico y pedagógico en diferentes momentos y contextos de la educación científica.

Los diferentes capítulos se constituyen en propuestas que desarrollan y caracterizan Unidades Didácticas en Química con el propósito fundamental de promover competencias de pensamiento científico en el estudiantado, que han sido elaboradas con docentes en formación y en ejercicio lo que constituye su máximo valor educativo. En esta lógica, deseamos orientar a los docentes a enseñarles a sus alumnos a modelizar y problematizar el conocimiento científico escolar, mediante el enfrentamiento en la resolución de problemas científicos específicos. Quizás, el valor más grande sea que cada propuesta surge de docentes de aula que conocen problematizan, rediseñan, aplican y evalúan secuencias didácticas con el propósito de identificar, caracterizar y promover competencias del pensamiento científico en los estudiantes, en calidad de profesores investigadores que reflexionan sobre la "actividad científica escolar", de la que dan cuenta sus prácticas docentes.

Queremos agradecer especialmente a quienes han hecho posible la publicación de este libro. En primer lugar a Silvio Daza, quien creyó en esta propuesta e hizo posible la materialización de este material, mi eterna gratitud por sus oportunas sugerencias para mejorar el texto original y su permanente preocupación y gestión por la calidad académica de la propuesta definitiva. Del mismo modo a mis compañeros y colaboradores del Laboratorio de Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias e Investigación Aplicada (GRECIA), **Beatriz Sepúlveda**, **M^a de los Ángeles González** y **Johanna Camacho** por proponer una Unidad fundamentada desde la Naturaleza de la Ciencia (NOS) y la Historia de la Química (HPS) para la enseñanza de la *Cinética Química*; mismo equipo que junto a **Silvia Araya**, colaboradora desde los inicios del grupo, por su valiosa colaboración sobre la química centrada en el *átomo de carbono*; a mis amigos de la *Universidad Pedagógica Nacional de Colombia* los profesores, **Quira Sanabria**, **Franklin Manrique** y **Roy Morales** en fundamentar aspectos teóricos y

metodológicos que han de favorecer la consolidación del entramado teórico sobre fenómenos *electroquímicos*, como también su valiosa propuesta fundamentada desde la Historia de la Química y la construcción de modelos en el aula de clase, para la enseñanza del fenómeno de la *solubilidad de gases en líquidos*, como también a **Carmen Aristizábal y Royman Pérez** por su propuesta de enseñanza de los conceptos de *calor y temperatura*. Finalmente a los profesores que han participado en nuestro proyecto de investigación **Gilda Zanocco, Oscar Miranda, Carolina Astudillo y Ana Frías** por su valioso aporte a los estudiantes de educación media en la comprensión del *cambio químico* vinculado a las *variaciones eléctricas* de las sustancias, promoviendo competencias de pensamiento científico en relación a la naturaleza de la ciencia, el lenguaje y la comunicación científica.

A todos (as) ellos (as) mil gracias por sus generosos aportes, paciencia y creatividad en cada una de las propuestas consolidadas en este libro que de manera irreducible serán de gran aporte para docentes y estudiantes de Chile e Iberoamérica donde se proyecta cada una de sus páginas.

También queremos dedicar estas palabras de agradecimiento a todos los colaboradores que han participado del proyecto FONDECYT y que directa o indirectamente han aportado con recomendaciones para mejorar este libro de entre ellos, **Sebastián Urra y Mónica Bustamante, Gerardo Saffer, Luigi Cuellar, Alberto Labarrere, Eduardo Ravanal, Juan Brunstein, Carol Joglar, Jocelyn Reinoso, Claudia Novas, Roxana Jara y Cristian Merino**.

Nuestras últimas palabras son para el programa FONDECYT-CONICYT, entidad chilena que financia nuestro proyecto de investigación dentro del cual se desarrollan, debaten y consolidan muchas de las ideas teóricas y metodológicas contenidas en nuestro libro.

Esperamos que este nuevo volumen (3) al igual que los dos anteriores y los futuros dos que se encuentran en fase de edición se constituyan en un aporte **de** y **para** la comunidad internacional en didáctica de las ciencias, con la finalidad de contribuir decididamente a mejorar la calidad de la educación científica en todos los niveles educativos.

Dr. Mario Quintanilla Gatica
Director del FONDECYT 1070795/1095149

Santiago de Chile, julio de 2010

UNIDADES DIDÁCTICAS EN QUÍMICA

Su Contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico.

Volumen 3

ÍNDICE

Capítulo 1 *11*

Cinética de las reacciones químicas. Una unidad didáctica para la educación media.

M^a Beatriz Sepúlveda, M^a de los Ángeles González, Johanna Camacho y Mario Quintanilla

Capítulo 2 *31*

Unidad didáctica química orgánica. “El carbono principio y fin de nuestras vidas”

M^a Beatriz Sepúlveda, M^a de los Ángeles González, Mario Quintanilla Gatica y Sylvia Araya

Capítulo 3 *53*

Las disoluciones electrolíticas y la electrólisis. Una unidad didáctica para la educación media.

Quira Alejandra Sanabria Rojas, Franklin Alberto Manrique Rodríguez y Roy Waldhiersen Morales Pérez

Capítulo 4 *90*

Los conceptos de calor y temperatura: un recorrido histórico-social.

Carmen Andrea Aristizábal Fúquene y Royman Pérez Miranda

Capítulo 5

111

Solubilidad de gases en líquidos: una unidad didáctica abordada a partir de fenómenos químicos cotidianos.

Roy Waldhiersen Morales Pérez, Franklin Alberto Manrique Rodríguez y Quira Alejandra Sanabria

Capítulo 6

139

Teoría electroquímica en la educación media. Una propuesta didáctica fundamentada en la historia de la ciencia.

Johanna Camacho, Gilda Zanocco, Oscar Miranda, Carolina Astudillo y Ana Frías

CAPITULO 1

Cinética de las reacciones químicas. Una unidad didáctica para la educación media

Beatriz Sepúlveda

*Profesora de Química
Pontificia Universidad Católica de Chile*

M^a de los Ángeles González

*Profesora de Química
Pontificia Universidad Católica de Chile*

Johanna Camacho

*Profesora de Química
Pontificia Universidad Católica de Chile*

Mario Quintanilla

*Profesor de la Facultad de Educación
Pontificia Universidad Católica de Chile*

Índice del capítulo

- ✓ *Planificación docente.*
 - ✓ *Presentación.*
 - ✓ *Resumen.*
- ✓ *Una introducción histórica de la cinética de las reacciones químicas.*
- ✓ *Enseñanza de la cinética de reacciones química en la educación media.*
 - ✓ *Desarrollo de la unidad didáctica.*
 - ✓ *Exploración.*
 - ✓ *Introducción a nuevos conocimientos.*
 - ✓ *Sistematización.*
 - ✓ *Aplicación.*
- ✓ *Evaluación de competencia de pensamiento científico.*
- ✓ *Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.*
 - ✓ *Referencias bibliográficas.*

RESUMEN.

El presente capítulo tiene como objetivo plantear un diseño didáctico fundamentado desde la Naturaleza de la Ciencia (NOS) y la Historia de la Química (HPS) para la enseñanza de la Cinética Química, en particular los contenidos referidos a los cambios químicos reversibles e irreversibles, a fin de permitir una construcción del conocimiento científico escolar por parte de los y las estudiantes. En este diseño se describen algunas actividades en relación con la promoción de competencias cognitivas lingüísticas en los y las estudiantes, en particular la explicación y argumentación; también, recomendaciones y bibliografía sugerida para el profesorado y finalmente, algunas reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica (UD).

1. PRESENTACIÓN

1.1 Una introducción histórica de la cinética de las reacciones químicas.

Antes de 1900, el gran foco de la cinética en las reacciones químicas consistía en establecer leyes naturales acerca de la rapidez de estas. Existieron diferentes estudios desde hace más de 200 años, cuando Wenzel en 1771 notó que la disolución de zinc y cobre en ácido no era instantánea, sino que tomaba un tiempo finito de tiempo. Posteriormente en 1778, Priestley encontró que la cantidad de tiempo requerido para transformar el óxido de mercurio en mercurio elemental era dependiente la cantidad de oxígeno presente. Así se consideró que las primeras medidas sobre las velocidades de las reacciones químicas mostraban que existía un tiempo finito para que se llevaran a cabo, sin embargo, aún no se entendían bien estos fenómenos (Massel, 2001).

En una serie de artículos publicados entre 1860 y 1879, los científicos Hércules y Essen mostraron que existía una relación entre la rapidez de las reacciones químicas y la concentración de los reactivos. Este período histórico es muy importante ya que químicos como Bernoulli, Joule, Kronig y particularmente Maxwell, permitieron a través de la teoría cinética de los gases determinar bases conceptuales para comprender diferentes fenómenos y poder estudiarlos con nuevas teorías, por ejemplo la Teoría de las Probabilidades (Niaz, 2009).

Durante los siguientes años, en 1886 Van't Hoff propuso la idea para mostrar que la rapidez de las reacciones era una función de la concentración en el reactor y de la temperatura. Arrhenius cuantificó el comportamiento sobre la temperatura en la rapidez de una reacción química y Menshutkin mostró que la

rapidez también variaba con la estructura de las moléculas y la naturaleza de los disolventes (Massel, 2001).

Las primeras teorías de la rapidez de una reacción fueron propuestas entre 1889 y 1930. En 1889 Arrhenius escribió una famosa publicación *–Estudios de dinámica química–* donde propuso que las reacciones eran activadas porque sólo las moléculas “calientes” en realidad pueden reaccionar. Eso condujo a la idea que la rapidez de una reacción era determinada por la rapidez de colisión de las moléculas “calientes”. En 1918, Trautz y Lewis cuantificaron la idea mostrando que la rapidez de una reacción era igual a la rapidez de la colisión, por la probabilidad de que la colisión conduzca a la reacción. El modelo resultante se llamó *Teoría de colisiones*, el cual sigue vigente (Massel, 2001).

Actualmente, la Cinética de las Reacciones Químicas se considera una rama de la Termodinámica, la cual investiga los estados intermedios (desequilibrios) de las transformaciones físico-químicas desde la variable tiempo, la cual es inherentemente dependiente del camino que siguen tales procesos. Así sobre la base del concepto de reversibilidad en el equilibrio químico, desde un enfoque macroscópico, es que parámetros como temperatura, presión, concentración, etc...toman una importancia significativa, los estudios se basan en estados de equilibrio y procesos reversibles desde un enfoque macroscópico, por lo que trabaja sobre parámetros como temperatura, presión, etc. La diferencia entre la Cinética y la Termodinámica, es que la primera estudia los procesos físicos y químicos tomando en cuenta la perspectiva temporal.

1.2 Enseñanza de la Cinética de Reacciones Química en la Educación Media

Tradicionalmente, la enseñanza de la Cinética de las Reacciones Química se enfoca sólo a la descripción de la velocidad de una reacción junto a los factores que la influyen y sus mecanismos de reacción, por lo que se considera principalmente el cambio químico desde los procesos irreversibles. Es decir, que en el contenido escolar poco se consideran los cambios químicos reversibles que conforman desequilibrios desde la perspectiva temporal. Este último enfoque enriquece la construcción de conocimiento escolar a través de contenidos problemáticos o como menciona Izquierdo (2008) la teoría de conocimientos escolares, dado a que considera el conocimiento científico como el resultado de una intervención experimental y cognitiva, lo cual hace imprescindible y necesario nuevas propuestas para la enseñanza de la química.

A través de las metaciencias como la Naturaleza de la Ciencia (NOS) y la Historia y Filosofía de la Ciencia (HPS) han surgido estrategias metodológicas fundamentadas desde la Didáctica de la Ciencia a fin de enriquecer y problematizar la construcción del conocimiento científico escolar. La selección de

determinados episodios históricos intencionalmente seleccionados, transpuestos y con valor para la educación científica, permite pensar sobre las ciencias (Adúriz-Bravo, 2008) y sobre cómo se construyen y problematizan (Matthews, 1989), promoviendo Competencias de Pensamiento Científico en el estudiantado (Camacho y Quintanilla, 2008).

Los aportes de estas metaciencias, contribuye a que los y las estudiantes no aprendan sólo a resolver problemas, sino a reflexionar acerca de cómo lo hacen y por qué utilizan determinadas habilidades y destrezas y no otras. Así, la resolución de problemas, puede ser vista como una competencia del pensamiento científico (Quintanilla, 2006) imprescindible para los y las estudiantes de ciencias (Couso, 2008). La resolución de problemas vista como una competencia de pensamiento científico, puede considerarse desde los planos de análisis y desarrollo, a partir de los cuales el estudiante puede enfrentarse a la resolución de problemas escolares en diferentes niveles: a) el *plano instrumental – operativo*, b) el *plano personal significativo* y c) el *plano relacional social (o cultural)* (Labarrere y Quintanilla, 2002).

Así, a través de esta Unidad Didáctica, se pretende evidenciar una imagen transformadora y problemática del mundo, por tal razón, se hace particular énfasis en reacciones en equilibrio o (des) equilibrio químico, a fin de conectar los modelos teóricos con la realidad del estudiantado y promover Competencias de Pensamiento Científico a través de situaciones específicas que permiten comprender qué es ciencia (NOS) y cómo se construye (HPS).

2. PLANIFICACIÓN DOCENTE

Tabla 1. Planificación Docente

Unidad. Cinética Química	
Cinética de las Reacciones Químicas	
Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> Equilibrio químico, velocidad de reacción, factores que modifican el equilibrio, teoría de las colisiones y mecanismo de reacción.

Contenido Científico	Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar la cinética con las reacciones reversibles e irreversibles. • Discriminar acerca de un concepto de cinética en las reacciones desde el equilibrio químico y los factores que influyen en él. • Conocer la ecuación que describen la cinética de las reacciones. • Ejecutar una actividad científica desde la cinética y sus factores influyentes.
	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Criticar constructivamente en torno a problemáticas científicas. • Respetar y tolerar las ideas de cada estudiante. • Desarrollar autonomía en el desarrollo de actividades científicas.
Objetivos	Explicar las reacciones químicas reversibles por medio de la cinética desarrollando competencias cognitivo-lingüísticas.	
Objetivos Específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las preconcepciones del estudiantado con respecto al concepto de cinética de las reacciones y equilibrio químico. 2. Por medio de las propias respuestas de cada estudiante, guiar el desarrollo de un concepto de cinética en reacciones reversibles, así discutir en un colectivo los factores que influyen en el cambio químico a fin de desarrollar Competencias de Pensamiento Científico como la explicación y resolución de problemas. 3. Los y las estudiantes profundizan en los modelos de las colisiones efectivas y de mecanismos de reacción, a partir de la reorganización de los modelos teóricos de ellos y ellas para introducir un lenguaje científico. 4. A través de una actividad científica las y los estudiantes desarrollan los contenidos acerca de la cinética de reacciones irreversibles para resolver la problemática planteada y explicar el fenómeno en sí. 	
Aprendizaje Esperados	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifican definiciones de cinética de los cambios químicos para procesos irreversibles y reversibles. 2. Discriminan los factores que influyen en un cambio químico reversible. 3. Relacionan la variable temperatura con la teoría de las 	

	colisiones. 4. Conocen los algoritmos matemáticos de mecanismos de reacción que describen la cinética de los cambios químicos. 5. Desarrollan la explicación y resolución de problemas como Competencias de Pensamiento Científico por medio de la cinética de cambios químicos reversibles. 6. Autonomía frente al desarrollo de actividades experimentales.
Destinatarios	Estudiantes de III Medio
Temporalidad	6 sesiones (de 90 minutos cada una aproximadamente)
Materiales	Fotocopias para cada estudiante o grupo, insumos de laboratorio y lápices.

3. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

EL diseño didáctico se fundamenta desde el Ciclo de Aprendizaje Constructivista (Jorba y Sanmartí, 1996) el cual considera las siguientes cuatro fases: 1. Exploración, 2. Introducción de nuevos conceptos, 3. Sistematización y 4. Aplicación. En cada una de las fases se describen los objetivos, las orientaciones para el profesorado y las actividades para los y las estudiantes, así como las Competencias de Pensamiento Científico asociadas.

3.1 Exploración

Objetivo. Identificar las preconcepciones estudiantiles con respecto a la noción científica de los cambios químicos reversibles en fenómenos naturales y los factores que influyen en tales cambios químicos.

Actividades. Se propone un KPSI orientado a la identificación de las preconcepciones de los y las estudiantes, para lo cual, se sugiere la justificación escrita de lo que creen saber y posteriormente, la discusión de sus ideas a través de un foro o en plenario. Tales preconcepciones se tomarán en cuenta principalmente para orientar el proceso enseñanza-aprendizaje de las y los estudiantes, dado que conforma el primer eslabón del Ciclo Constructivista del Aprendizaje.

- a. Indicaciones para el profesor/profesora.** Se propone desarrollar la actividad 1 entregándole a cada estudiante el instrumento que se muestra a continuación. Una vez finalizado esta actividad, retirar las respuestas para evaluar de forma diagnóstica.

Actividad 1. Cinética de los Fenómenos Químicos

Utilizando las categorías mostradas a continuación, marque con una X en el recuadro que corresponda y justifique su elección, de acuerdo a lo afirmado en cada enunciado:

- Categorías**
1. Podría explicarlo a un(a) compañero (a)
 2. Lo sé
 3. No lo entiendo
 4. No lo sé

Enunciado		1	2	3	4	Justificaciones
1	En el cuerpo humano, todas las reacciones químicas ocurren al mismo tiempo.					
2	¿La naturaleza de los productos influye en la velocidad de una reacción química?					
3	Mientras más manzanas se comen, más rápida es la digestión en el estómago.					
4	Gracias a los efectos del calentamiento global, las reacciones químicas en los océanos se han acelerado.					
5	Los microorganismos aceleran reacciones en los suelos.					

b. Indicaciones para el profesor/profesora. Una vez que los y las estudiantes hayan respondido el instrumento, se propone realizar una “lluvia de ideas” de sus respuestas y justificaciones para cada uno de los enunciados. Escribir en la pizarra la mayor cantidad de justificaciones y, en lo posible, lo más distintas de manera de promover la participación de todos y todas.

c. Indicaciones para el profesor/profesora. Pedir a los y las estudiantes realizar la actividad 1 considerando sus propias representaciones acerca de la Cinética de las Reacciones Químicas. Proponer que desarrollen al menos un párrafo a cerca de los contenidos en la

actividad 1.. Una vez finalizado esta actividad, retirar las respuestas para realizar una evaluación formadora (Sánchez, 1996).

Actividad 2. Problemas ejemplificadotes

Elija dos tipos de procesos biológicos que sucedan en el cuerpo humano y EXPLICA la(s) razón(es) por la(s) cuál(es) ocurren a ritmos distintos los procesos que tu has escogido.

3.2 Introducción a nuevos conocimientos

Objetivo. El estudiante construirá en esta etapa un concepto de cinética para procesos irreversibles y otro para procesos reversibles, para posteriormente identificar los principales factores que afectan principalmente el proceso reversible, así el estudiante será capaz de resolver problemas a partir del modelo de cinética y relacionar las causas o efectos con modelos cinéticos.

Actividades. En esta fase la actividad propuesta intenta ubicar las ideas de los y las estudiantes en un plano social de discusión para debatir acerca de los distintos mecanismos de síntesis de un mismo producto e introducir contenidos relacionados con la definición de cinética de las reacciones reversibles. Para esto, se propone el trabajo de un documento en el que el estudiantado deberá responder preguntas en orden de la explicación y argumentación.

a. Indicaciones para el profesor/profesora. Se propone realizar la actividad 3 en grupo de dos personas, a las cuales se les entrega dicho documento para su lectura y discusión.

Actividad 3. Formación de la aspirina

Lea atentamente los dos textos que se presentan a continuación, La aspirina de los árboles y La historia de la Aspirina, y subraye lo que le parezca relevante.

LA ASPIRINA DE LOS ÁRBOLES

Cuando las cosas se ponen difíciles -por ejemplo debido a cambios de temperatura inesperados, sequía o plagas- los nogales emiten una sustancia química muy parecida a la aspirina que les ayuda a combatir el estrés al que están sometidos. “No necesitan acudir a la farmacia”, explica Thomas Kart, investigador del *National Center for Atmospheric Research* (NCAR) y coautor del estudio que publica la revista *Biogeoscience*. Lo más interesante es que ese derivado de la aspirina podría detectarse en la atmósfera y alertar a los agricultores de que sus cultivos están “sufriendo”.

El descubrimiento se produjo accidentalmente cuando Kart y su equipo decidieron colocar en un bosque de California unos instrumentos para medir la emisión de ciertos derivados del carbono volátiles que, sumados a las emisiones industriales, afectan a los niveles de contaminación atmosférica. Los sensores detectaron altas concentraciones de un compuesto llamado metilsalicilato cuando las plantas, que estaban padeciendo los estragos de una fuerte sequía local, se veían sometidas a un frío extremo durante una noche y a altas temperaturas a la mañana siguiente. Esta sustancia, que es en realidad una forma de la aspirina, estimula mecanismos de defensa análogos a la respuesta del sistema inmune en animales. Y, además, previene a las plantas vecinas de lo que está sucediendo. "Por fin tenemos pruebas tangibles de que los árboles se comunican a través de la atmósfera".

Y ahora los científicos también podrán leer ese mensaje químico de las plantas. "Si tenemos la posibilidad de detectar en el aire una situación de peligro para los bosques y los cultivos, podremos actuar mucho más rápido, por ejemplo aplicando pesticidas", sostiene Kart.

Fuente. www.muyinteresante.com

LA HISTORIA DE LA ASPIRINA

¿Qué es el ácido acetilsalicílico?

Desde el principio de la humanidad el hombre ha sentido dolor "físico" que ha necesitado calmar. Los remedios más antiguos se encontraban en la misma naturaleza. Raíces, cortezas y hojas, de diferentes vegetales como el sauce, la mandrágora, la adormidera y el cáñamo eran las fuentes

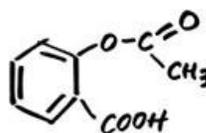


sanativas más conocidas. La corteza de sauce en concreto ha sido desde tiempo inmemorial el tratamiento contra la fiebre y el dolor. Es decir, un antipirético y analgésico. A partir de la Edad Media y hasta entrado el siglo XVIII la corteza de sauce quedó olvidada como tratamiento curativo y el analgésico más utilizado por la clase médica era entonces el opio.

En 1763 Edward Stone presentó un informe en la Real Sociedad de Medicina Inglesa donde detallaba las propiedades terapéuticas de la corteza del sauce blanco (*Salix Alba*), cuyos extractos había suministrado, con éxito, a 50 pacientes con fiebre. En 1828, científicos alemanes sintetizaban el principio activo de la corteza del *Salix Alba*, una sustancia amarillenta que formaba cristales de sabor muy amargo que se llamó salicina.

Diez años más tarde, se encontró una fórmula químicamente más simple dando lugar al ácido salicílico. Poco a poco se descubrieron nuevas fuentes para obtener esta sustancia. La *Spirea ulmaria*, nombre que inspira Aspirina, producía una sustancia llamada ácido spírico. Pronto, se cayó en la cuenta de que ácido salicílico y ácido spírico era una misma sustancia procedente de dos fuentes. Para prevenir la posible escasez de estas sustancias en un futuro no lejano, se vio la necesidad de sintetizarlas. En 1859, Kolbe logró sintetizar ácido salicílico. Antes de lograr esta síntesis, un químico francés llamado Charles Frédéric Gerhardt había conseguido acetilar la salicina en unos experimentos realizados en 1853 que quedaron relegados en el olvido, aun habiendo sido recogidos en la literatura científica de su tiempo. Los experimentos de este químico francés fueron la referencia de Félix Hoffmann para llegar al descubrimiento del ácido acetilsalicílico.

Fuente. www.bayer.com



Estructura química del ácido acetilsalicílico

- b. Indicaciones para el profesor/profesora.** Una vez que hayan leído el documento, se propone responder las siguientes preguntas que orienten la lectura hacia la cinética de las reacciones químicas de manera de fomentar la argumentación y de la explicación utilizando el lenguaje científico adecuado.

Explicar: Organización de hechos para dar cuenta de algo.

Argumentar: Es la manera de enfrentarse a una situación problemática, a una duda real, para el que no hay una respuesta concluyente.

Actividad 4. Desarrollo de preguntas a los textos

1. A partir de la lectura de los dos textos, **selecciona** y posteriormente **explica** lo que te pareció más importante en los textos y por qué.
2. A partir de lo leído en los dos textos, responde las siguientes preguntas.
 - a. ¿Qué diferencias encuentras entre las dos vías de síntesis de la aspirina? ¿Por qué?
 - b. Explica ¿cuál proceso consideras que es más **lento** para sintetizar la aspirina y por qué?
 - c. Según tu opinión, ¿cuáles factores están influyendo en la diferencia de los dos procesos de síntesis de la aspirina?
Argumenta tus respuestas

- c. Indicaciones para el profesor/profesora.** Proponer a los y las estudiantes un foro de discusión de sus respuestas a fin de confrontar posturas e introducir contenidos referidos a la definición de cinética de las reacciones químicas y sus condicionantes.
- d. Indicaciones para el profesor/profesora.** Recoger las respuestas y evaluarlas con ellos y ellas, en plenario de manera de fomentar la discusión y argumentación.

3.3 Sistematización

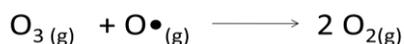
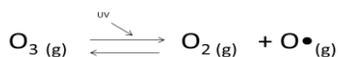
Objetivos. Las y los estudiantes organizarán los contenidos desarrollados acerca de los conceptos de cinética de reacciones químicas, modelos teóricos, mecanismos de reacción junto a las representaciones algorítmicas para cada modelo. Aquí se consideran los planos de desarrollo en cuanto al significado de cinética y sus factores (plano conceptual), basado en la contextualización matemática (plano instrumental).

Actividades. Esta fase la actividad se basa en la integración de los contenidos de forma explícita por medio de la resolución de problemas que aborden el plano instrumental de la cinética de las reacciones y un plano significativo. Para esto, se propone ejecutar problemas instrumentales en un marco relacional y posterior a ello, utilizar una base de orientación que organice todos los contenidos desarrollados en la unidad desde las reacciones reversibles e irreversibles.

- a. Indicaciones para el profesor/profesora.** Presentar problemas a las y los estudiantes para su resolución en forma individual y posteriormente una puesta en común para su discusión en plenario.

Actividad 5. Problemas

El ozono en un componente fundamental de la estratósfera, el cual por efecto energético se descompone en oxígeno en una seguidilla de etapas. Se ha propuesto que la conversión de ozono en oxígeno se efectúa en dos etapas:



- A) Escriba la ecuación de la reacción general.
- B) Identifique el intermediario (especie formada en una etapa elemental y consumida en otra), si hay alguno.
- C) Describa la molecularidad (número de partículas reaccionantes que participan en un solo paso) de cada una de las etapas del mecanismo.

- b. Indicaciones para el profesor/profesora.** Proponer a todos los estudiantes ejecutar la base de orientación, previa explicación del instrumento en sí.

Individualmente, a partir de una pregunta orientadora, considerar todos los caminos posibles para responderla a alguien que desconozca de cinética de los procesos químicos.

Actividad 6. Base de Orientación

Considerando todos los modelos teóricos, algoritmos y factores que influyen relacionados a la cinética de las reacciones química, desarrolle la pregunta *¿por qué se descomponen los distintos tipos de yogurt más rápido en verano que en invierno?*, por medio de una base de orientación.

- c. Indicaciones para el profesor/profesora.** Una vez respondida la actividad 6, proponer a los y las estudiantes la puesta en común de sus respuestas junto a la justificación de cada uno de los pasos a seguir según las teorías destacadas. Esta instancia debe privilegiar las respuestas del estudiantado y sus propios modelos teóricos con los cuales respalda cada acción a seguir.

3.4 Aplicación

Objetivos. Los y las estudiantes deberán modelar fenómenos experimentales, para comprender el cambio químico desde la cinética de los procesos reversibles, por lo cual, se propone presentar actividades científicas desafiantes para los y las estudiantes a fin de desarrollar la observación, explicación y justificación de los fenómenos con modelos teóricos.

Actividades. Se propone realizar actividades experimentales sencillas orientadas a la transferencia de las teorías ya construidas por las y los estudiantes, los cuales promueven Competencias de Pensamiento Científico. Todos los experimentos tienen una evaluación de la experiencia mediante preguntas previamente orientadas a justificar a partir de las teorías desarrolladas.

- a. Indicaciones para el profesor/profesora.** Formar grupos de cuatro personas para realizar la actividad experimental, la cual, se debe preparar mediante una lectura y posterior comprensión de lo que se

va a realizar. Para ello se propone una evaluación previa al trabajo experimental.

Actividad 7. Evaluación previa del trabajo experimental.

Responda las siguientes preguntas, considerando el documento práctico y los conceptos trabajados en la clase.

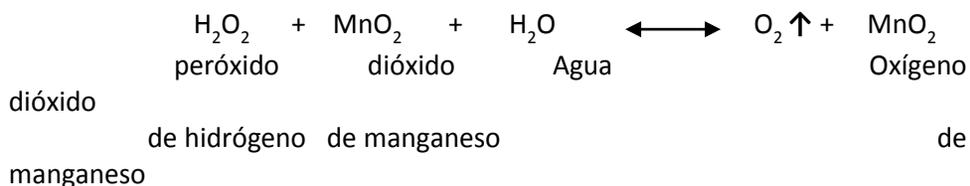
1. A partir del experimento entre el peróxido de hidrógeno y dióxido de manganeso, responda las siguientes preguntas
 - a. ¿Qué factor o variable puede modificar la velocidad de reacción, y porque consideras que es importante estudiarla? Argumenta tu respuesta.
 - b. ¿Cuál crees que puede ser la función del dióxido de manganeso?
2. Propone algunos pasos para identificar oxígeno, producto de una reacción química.

b. Indicaciones para el profesor/profesora. Realizar la práctica experimental en grupos de a cuatro personas, promover el trabajo autónomo y colaborativo de los integrantes del grupo, asumiendo roles y tareas entre ellos y ellas.

Actividad 8. Actividad científica (ver página siguiente)

Práctica 1. “EL BURBUJEO”

El dióxido de manganeso puede actuar como un acelerador de la reacción química, sin sufrir el mismo ningún cambio químico permanente durante reacción, a este tipo de sustancias se le conoce como catalizadores. Un ejemplo de reacción donde actúa como catalizador es la que se muestra a continuación:



Para identificar al oxígeno liberado, se puede acerca una astilla encendida con lo cual la llama se hace más intensa en color y tamaño.

Materiales

Palillos de madera
2 mL de agua oxigenada concentrada
3 g de dióxido de manganeso (MnO_2)
1 tubo de ensayo mediano (16x150 mm)
Cerillos

Procedimiento

Coloque agua oxigenada en el tubo de ensayo. Añada, con la punta de un palillo, dióxido de manganeso (MnO_2), agréguelo al agua oxigenada poco a poco.

Identifique el gas que está formando al acercar una astilla encendida.

- c. Indicaciones para el profesor/profesora.* Evaluar la actividad experimental mediante preguntas orientadas a explicar y justificar la experiencia desde los modelos teóricos de la cinética de las reacciones químicas.

Actividad 9. Descripción de la experiencia

Describa el procedimiento realizado y posteriormente dibuje todo lo observado durante el desarrollo de la experiencia.

Responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué acción cumplió el MnO_2 durante la reacción? ¿Por qué? Justifique en base a modelos teóricos.
- ¿La reacción se llevó completamente a cabo? Argumente en base a modelos teóricos utilizando lenguaje científico adecuado.
- ¿La reacción era de tipo exotérmica o endotérmica? Explique lo que sucedió sobre la base de los modelos teóricos de cinética de las reacciones químicas.

4. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Para la evaluación de las Competencias de Pensamiento Científico, se considera las directrices propuestas por Quintanilla (2006) y Camacho y Quintanilla (2008) en las cuales se consideran aspectos en relación a: 1) La identificación de problemas científicos y comunicación de ideas;

2). Problematización e identificación de tipologías de competencias y 3). Evaluación de la experiencia con los y las estudiantes, las cuales se señalan en la tabla 2, 3 y 4, respectivamente.

Tabla 2. Identificación de problemas científicos y comunicación de ideas

Identificación de un “problema científico”	¿Qué diferencias existen entre dos vías de síntesis de la aspirina? ¿Cuál proceso es más lento para sintetizar la aspirina? ¿Cuáles factores están influyendo en la diferencia de los dos procesos de síntesis?	
Seleccionar tipología o dimensión del problema	Conceptual	Velocidad de Reacción, equilibrio químico, factores que modifican la velocidad de reacción, reacciones reversibles e irreversibles y mecanismo de reacción.
	Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar la cinética de reacción con reacciones reversibles e irreversibles. • Identificar los factores que afectan la cinética de los procesos reversibles. • Describir la cinética de las reacciones con ecuaciones matemáticas en torno al mecanismo de reacción.
	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos y discusiones de orden científicas en torno a la construcción de conceptos. • Respeto hacia las ideas de cada estudiante. • Valoración de la discusión entre pares dentro de posiciones frente a una problemática.
Identificar la teoría científica que subyace	Cinética de Reacciones Químicas	
Identificar el plano de desarrollo en que está formulado inicialmente el problema científico desde la Naturaleza	Plano instrumental u operativo	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los factores que afectan la cinética de las reacciones químicas? • ¿Qué diferencias existen entre procesos reversibles o irreversibles? • ¿Cuáles componentes de las

de las Ciencias		<p>reacciones influyen en el mecanismo de las reacciones?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo afecta la temperatura en la acción de los reactantes? • ¿Cómo se expresa la Ley de velocidad y se calcula el orden de reacción?
	Plano personal o significativo	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué es importante la cinética de las reacciones químicas? • ¿A qué se deben las diferencias entre la síntesis natural y artificial de compuestos químicos? • ¿De que manera se relacionan los factores de la cinética de reacción en los procesos reversibles que ocurren en el cuerpo?
	Plano social o cultural	<ul style="list-style-type: none"> • ¿De que manera el conocimiento de las variables que modifican la cinética de reacción pueden aportar de manera significativa a otras disciplinas del estudio? • Discute en plenario la importancia de este conocimiento.

Tabla 3. Problematicación e identificación de tipologías de competencias

Vincular el tipo de problema con algún tipo de competencia específica que se quiera desarrollar	<ul style="list-style-type: none"> • Cuál proceso considera que es más lento para sintetizar la aspirina? Explique • ¿Cuáles factores están influyendo en la diferencia de los dos procesos de síntesis de la aspirina? Argumente su respuesta • Describa la molecularidad de cada una de las etapas del mecanismo. • ¿Qué acción cumple el catalizador durante la reacción química? ¿Por qué? Justifica sobre la base de los modelos teóricos.
Comunicar a los y las estudiantes el tipo de competencia científica y sugerencia para resolver el	<p>Competencias de Pensamiento Científico</p> <p><u>Describir</u>: Afirmar que algo es de una manera determinada.</p> <p><u>Seleccionar</u>: Identificar una característica acerca de algo.</p> <p><u>Justificar</u>: “duda retórica” y “por qué”.</p>

problema enunciado	<u>Argumentar:</u> Es la manera de enfrentarse a una situación problemática, a una duda real, para el que no hay una respuesta concluyente	
Enseñar a los y las estudiantes a identificar el plano de análisis en el que reflexionan el problema científico.	Plano instrumental u operativo	Experimento de cinética química.
	Plano personal o significativo	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo interpreto la actividad científica realizada y observada? • Argumentación y descripción de lo interpretado.
	Plano social o cultural	Discusión en grupo sobre la actividad científica a realizar
Identificar con los y las estudiantes el marco teórico, procedimental y los recursos que posibilitan a enfrentarse a resolver el problema. (algorítmicos y heurísticos)	Marco teórico	<ul style="list-style-type: none"> • Cinética de las Reacciones Químicas. • Reacciones reversibles e irreversibles. • Equilibrio químico. • Factores que modifican la cinética. • Teoría de las Colisiones. • Mecanismo de Reacción.
	Marco procedimental	Realización de una actividad científica.
	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Documentos y fotocopias de las actividades a realizar. • Pautas de evaluación para cada problemática propuesta. • Materiales de laboratorio para la realización de la actividad científica experimental.

Tabla 4. Evaluación de la experiencia con los y las estudiantes

<p>¿Qué desarrollo de pensamiento potenció la problemática presentada? ¿En qué planos de desarrollo lo situamos?</p>	<p>¿Cuáles fueron los criterios para evaluar de manera formadora el problema científico?</p>
	<p>¿Cómo fue enfrentado el problema científico? ¿Cómo lo superaron?</p>
	<p>¿Cuáles fueron las mayores dificultades de análisis de las problemáticas presentadas? ¿Cómo se pueden superar?</p>

5. REFLEXIONES SOBRE LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

Esta propuesta de Unidad Didáctica tiene la intención de contribuir a la enseñanza de la Cinética del cambio químico desde las reacciones reducibles por lo que se incluye explícitamente el equilibrio químico de los sistemas acuosos. Este enfoque favorece la transversalidad de los contenidos así como las relaciones entre los modelos teóricos propuestos dado que continúa en forma cíclica con la unidad temática de equilibrio.

La cinética química es relevante, no sólo para la disciplina de química, sino que, para los sistemas naturales, por lo que esta propuesta pretende desarrollar la explicación de tales procesos naturales y experimentales desde una visión más holística de la cinética química. A su vez la interpretación de fenómenos naturales permite el desarrollo de las competencias de pensamiento científico tales como: la explicación, argumentación y justificación de la actividad científica.

Así, la cinética de las reacciones químicas reversibles e irreversibles contribuyen a la comprensión de cómo se construyen los conocimientos en química y cómo estos tienen una naturaleza problemática, favoreciendo una imagen de ciencia como una actividad profundamente humana de hombres y mujeres, es decir, que la ciencia es una actividad donde todos somos partícipes, porque requerimos comprender los fenómenos de la naturaleza que están a nuestro alrededor.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A continuación las principales referencias bibliográficas que se tuvieron en cuenta para la construcción de ésta unidad didáctica, algunas de las cuales se han citado en el desarrollo del texto, y que esperamos sirvan de apoyo a los (as) colegas y estudiantes para profundizar en su comprensión.

ADÚRIZ-BRAVO, A. (2008) La naturaleza de la ciencia. En Merino, C., Gómez, M. y Adúriz-Bravo, A., *Área y Estrategia de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 111 -120). España: Ediciones Universidad Autónoma de Barcelona.

CAMACHO, J. & Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia. Retos y desafíos para promover competencias cognitivo lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, p. 197-212.

COUSO, D., Izquierdo, M. y Merino, C. (2008). Resolución de Problemas. En Merino, C., Gómez, M. y Adúriz-Bravo, A., *Área y Estrategia de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 59 -80). España: Ediciones Universidad Autónoma de Barcelona.

LABARRERE, A. y Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo*. Vol 30, 121-137

MATTHEWS, M. (1989). A role for History and Philosophy in science teaching. *Interchange*, Vol. 20 N° 2, 3-15.

NIAZ, M. (2009). *Critical Appraisal of Physical Science as a Human Enterprise Dynamics of Scientific*. USA: Science & Technology Education Library.

IZQUIERDO, M. (2008). La organización y la secuenciación de los contenidos para su enseñanza. En Merino, C., Gómez, M. y Adúriz-Bravo, A., *Área y Estrategia de Investigación en la Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 33 -57). España: Ediciones Universidad Autónoma de Barcelona.

MASSEL, R. (2001). *Chemical kinetics and catalysis*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.

QUINTANILLA, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En Quintanilla M y Adúriz-Bravo (ed.), *Enseñar Ciencias en el Nuevo Milenio, Retos y Propuesta* (pp. 17-28). Santiago: Ediciones PUC.

SÁNCHEZ A. (1996). Evaluar no es calificar. La evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 30, 15 – 25.

BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA AL PROFESOR/LA PROFESORA

JUSTI, R. (2006). Teaching and learning chemical kinetics. In Gilbert et al (ed). *Chemical Education: towards Research –Based practice*. (pp.293 – 315). USA: Kluwer Academia Publishers.

MACEDO, B., D'Elía L., García M. y Katzkowicz R. (2006). ¿Cómo abordan los docentes la enseñanza del equilibrio químico? En Quintanilla M y Adúriz-Bravo (ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio, Retos y Propuestas* (pp. 119 – 136). Santiago: Ediciones PUC.

MASSEL, R. (2001). *Chemical kinetics and catalysis*. Estados Unidos: John Wiley & Sons.

CAPITULO 2

Unidad didáctica química orgánica. *“El carbono principio y fin de nuestras vidas”*

M^a Beatriz Sepúlveda

*Profesora de Química
Pontificia Universidad Católica de Chile*

M^a de los Ángeles González

*Profesora de Química
Pontificia Universidad Católica de Chile*

Mario Quintanilla Gatica

*Profesor de Química
Pontificia Universidad Católica de Chile*

Sylvia Araya

*Profesora de Química
Universidad de las Américas*

Índice del capítulo

- ✓ Resumen.
- ✓ Introducción.
- ✓ Planificación docente.
- ✓ Desarrollo de la unidad didáctica.
- ✓ *Introducción de nuevos conceptos.*
 - ✓ *Re-escribiendo la historia.*
 - ✓ *Sistematización.*
 - ✓ *Aplicación.*
 - ✓ *Exploración.*

RESUMEN.

La Unidad Didáctica que se propone está destinada a estudiantes de segundo año medio, muestra una forma de abordar el tema de la Química Orgánica desde una mirada naturalista, basándose en el ciclo constructivista (Sanmartí 2000). La estructura de la Unidad consta de los siguientes apartados. En principio se propone: una *planificación* Docente, la cual provee información al profesor / profesora acerca del contenido a abordar, el nivel en el cual puede aplicar esta propuesta metodológica, los *propósitos* de la Unidad, entre otros aspectos operacionales. En el desarrollo de la Unidad Didáctica, segundo apartado, se describen las actividades que conforman la unidad, junto con algunas indicaciones y sugerencias para los profesores. Luego, se presentan algunas directrices que se sugieren para la evaluación de las competencias científicas que se han promovido a través del desarrollo de la Unidad. También, se indican algunas referencias bibliográficas para el trabajo en el aula.

INTRODUCCIÓN

El concepto científico de **química orgánica**, en especial el átomo de carbono, hidrocarburos, y las estructuras de las biomoléculas orgánicas fundamentados en la Historia de la Ciencia pueden contribuir a obtener mayores y mejores resultados frente al propósito de la construcción teórica de modelos para dar cuenta de la naturaleza epistemológica y didáctica de las ciencias que se llevan al aula de clase.

Reflexiones en torno a la dimensión conceptual de la Química Orgánica, frente al marco hipotético que permitió la formación del petróleo, los basurales y su relación entre el contexto social y cultural.

La Química Orgánica es una parte de la química que estudia los Compuestos de Carbono, se constituyó como disciplina en los años treinta. El desarrollo de nuevos métodos de análisis de las sustancias de origen animal y vegetal, basados en el empleo de disolventes como el éter o el alcohol, permitió el aislamiento de un gran número de sustancias orgánicas que recibieron el nombre de "principios inmediatos". La aparición de la química orgánica se asocia a menudo al descubrimiento, en 1828, por el químico alemán Friedrich Wöhler, de que la sustancia inorgánica el cianato de amonio podía convertirse en urea, una sustancia orgánica que se encuentra en la orina de muchos animales. Antes de este descubrimiento, los químicos creían que para sintetizar sustancias orgánicas, era necesaria la intervención de lo que llamaban 'la fuerza vital', es decir, los organismos vivos. El experimento de Wöhler rompió la barrera entre sustancias orgánicas e inorgánicas. Los químicos modernos consideran compuestos

orgánicos a aquellos que contienen carbono e hidrógeno, y otros elementos (que pueden ser uno o más), siendo los más comunes: oxígeno, nitrógeno, azufre y los halógenos. Por ello, en la actualidad, la química orgánica tiende a denominarse química del carbono.

A través de la Unidad Didáctica que se propone para enseñar la Química Orgánica, se evidenciará una dimensión epistemológica, que dará cuenta sobre como, la actividad científica está sujeta a diferentes y variados factores; una dimensión didáctica, que permitirá proponer un ejemplo, para la enseñanza de este concepto en el aula y una dimensión histórica, que mostrará los antecedentes previos de la química del carbono, y como este es la base de las energías utilizadas hoy. En esta Unidad además se propone la discusión de los contenidos conceptuales, procedimentales, contextuales y actitudinales con el propósito de promover competencias cognitivas lingüísticas en los /las estudiantes como las de: *definición, explicación, argumentación y justificación*, las cuales permitirán que el estudiantado se apropie del lenguaje químico y sea capaz de construir y comunicar ideas sobre el mundo con teoría científica.

PLANIFICACIÓN DOCENTE

Tabla 1. Planificación Docente.

Unidad de Química Orgánica	
Contenidos científicos	<p style="text-align: center;">Química orgánica</p> <p style="text-align: center;">Conceptual</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Reseña histórica. ● Elemento químico; átomo de Carbono, propiedades físico-químicas del átomo de carbono familia de los hidrocarburos. ● Nomenclatura de hidrocarburos.
	<p style="text-align: center;">Procedimental</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Armar modelos tridimensionales con material reciclado ● Observar dibujos, diagramas y maquetas. ● Leer noticias de prensa y artículos relacionados. ● Diseñar juegos para la clasificación de los hidrocarburos

	<p>Actitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la toma de acuerdos y pactos en torno a situaciones científicas específicas. • Fomentar la tolerancia y el respeto en torno a otras perspectivas. • Valorar los consensos y las discusiones en el contexto científico y personal.
Objetivos	Comprender las propiedades físico-químicas del carbono y su importancia en el plano cultural y social, mediante el desarrollo de competencias del pensamiento científico, tales como la explicación y argumentación.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de química orgánica • Identificar en función a las propuestas dadas a lo largo de la historia de la ciencia, diferentes puntos de vista en relación al desarrollo y formulación las diferentes hipótesis en la formación del petróleo. • Argumentar razonablemente la selección de hipótesis y/o aseveraciones científicas que permitan visibilizar el desarrollo hipotético deductivo e inductivo, mediante la resolución de situaciones científicas escolares problematizadoras. (SCEP) • Comprender la organización estructural de los hidrocarburos. • Identificar la nomenclatura IUPAC de los hidrocarburos. • Elaborar un juego con una estructura pertinente que permita sistematizar la información de los hidrocarburos.
Aprendizajes esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Comprenden la formación del petróleo a partir de la hipótesis propuesta. • Identifican, relacionan y caracterizan al átomo de carbono. • Aplican la nomenclatura IUPAC para nombrar y representar a los hidrocarburos. • Contextualizan mediante la aplicación y posterior comunicación de sus conocimientos ante nuevas <i>situaciones científicas problemáticas escolares (SCEP)</i> relacionadas con la química orgánica.

Destinatarios	Estudiantes de II Medio.
Temporalidad	5 sesiones (de 1.5 horas cada una aproximadamente)
Materiales	Plumones, fotocopias de las pautas para los estudiantes (fotocopias por estudiante / fotocopias por grupo), dados, hojas en blanco, hojas cuadriculadas, lápices, plasticina de diferentes colores palos de fósforo.

DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

A continuación se propone una serie de actividades enmarcadas en el Ciclo de Aprendizaje Constructivista (Sanmartí, 2000) el cual se desarrolla en cuatro fases: **I Exploración; II. Introducción de nuevos conceptos; III. Sistematización y IV. Aplicación.**

I. Exploración.

Objetivo Identificar las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto de química orgánica.

Actividades Las actividades que se describen a continuación tienen como objetivo identificar las ideas previas de los estudiantes, es decir que ellos/ellas expliciten sus representaciones a cerca de los conceptos que se trabajarán en la unidad. A través de esta identificación y caracterización de las ideas, el profesor /la profesora podrá acogerlas y mediar el aprendizaje de sus estudiantes. Una vez terminado se sugiere realizar un plenario o puesta en común de las ideas de los/las estudiantes, de manera de conocer las distintas opiniones para favorecer la construcción del aprendizaje.

KPSI¹

Vamos a comenzar una nueva unidad, que trata de química orgánica. La idea es saber que piensas o como te representas estas nociones científicas. Este instrumento tiene mucha importancia para una mejor comprensión de los que has de aprender, por ello te sugiero que respondas con transparencia y serenidad.

¹ KPSI obtenido de la memoria didáctica 2008 del programa de formación pedagógica de la Pontificia Universidad Católica de Chile

Utilizando las categorías que se presentan a continuación, marca con una x en el recuadro que corresponda, según tu apreciación personal de acuerdo a lo afirmado en cada enunciado:

Categoría:					
1. Podría explicar a una compañera.					
2. Lo sé.					
3. No lo entiendo.					
4. No lo sé.					

Enunciado	1	2	3	4	Observaciones
1 ¿Cuál es la importancia de los compuestos orgánicos en un organismo?					
2 ¿Por qué el carbono puede formar numerosos compuestos?					
3 ¿Conoces algún compuesto sintético que se produzca a partir del carbono?					
4 ¿Qué tipo de enlaces puede formar el átomo de carbono?					
5 ¿Conoces cuales son los grupos funcionales mas frecuentes de las moléculas orgánicas?					

PD: Puede colocar observaciones si lo encuentra pertinente

II. Introducción de nuevos conceptos.

Se proponen dos actividades, que tienen como objetivo introducir a los estudiantes en los nuevos conceptos. Cada actividad se puede realizar separadamente.

Actividad 1. Nuestro hogar ¿Casa o Basurero?

Objetivos. El estudiantado identificará, mediante la lectura de dos artículos de prensa los diferentes puntos de vista en relación a los basurales que se tienen en las ciudades, y como estos afectan a la salud pública.

Los estudiantes mediante el enfrentamiento a la resolución de *problemas científicas escolares problematizadores* (SCEP) argumentarán a través de la selección, clasificación y posterior organización de sus ideas.

Actividades. En esta fase las actividades que se proponen buscan orientar al estudiante a identificar nuevos puntos de vista de la química orgánica en relación a la ciencia, ciudadanía y valores. Para ello, se proponen situaciones en la que ellos/ellas identifican, organizan y clasifican, la información favoreciendo el desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas tales como la definición, descripción, justificación, argumentación y explicación del fenómeno estudiado.

Procedimiento: Lee en forma individual los siguientes trozos de noticias y elabora explicaciones a las preguntas propuestas, que posteriormente serán debatidas en la clase.

Las actividades que te proponemos son para mostrarte como se relacionan ciertos conceptos. Este instrumento permite identificar el proceso de aprendizajes que estás viviendo. Esperamos que contestes estas preguntas con transparencia y sinceridad.

1. Recorte de la revista el “Cerro”² de Cerro Navia.

De Lauchitas, Lauchas y guarenes

La economía chilena se ha presentado como una de las de mayor crecimiento en la región de América Latina (6% en 10 años), incluso este año por las rentas del cobre obtuvimos como país un superávit fiscal de 3.300 millones de dólares. Esta expansión económica, sin embargo, ha provocado un gran impacto sobre los recursos naturales y un serio deterioro, tanto del medio ambiente, como de la calidad de vida de la población, pues se desarrolló sin ninguna protección ambiental. Contrariamente, el artículo 19, número 8 de la Constitución Chilena, reconoce el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, siendo

² Ilustre Municipalidad de Cerro Navia, Santiago de Chile. (www.cerronavia.com)

el Estado quien debe velar para que esto se cumpla, lo cual, en nuestro país no ocurre. Lo anterior ocurre en el terreno de La Hondonada Oriente, el cual, ha estado históricamente en una condición deplorable por su gran cantidad de microbasurales, vertederos clandestinos y plagas, siendo un serio riesgo sanitario para los pobladores, incluso ya el 2001 fue necesario declararla Zona de Emergencia Sanitaria. Este conflicto ambiental, además, se transforma en un conflicto de intereses económicos, considerando que parte de los terrenos son manejados por privados. Lo importante es, que en forma progresiva, avancemos en forma responsable pero enérgica, en una escalada de movilizaciones que permitan solucionar la causa de las plagas y la contaminación, para conseguir los recursos desde Estado y construir un PARQUE INTERCOMUNAL.

MAURO TAMAYO Concejal

1.1. ¿Por qué crees que convivir con un basural es perjudicial para la salud de las personas?

1.2. ¿Cómo explicas las controversias propuestas acerca del conflicto ambiental y por qué este presenta un problema económico-social?

Actividad 2. Re-escribiendo la historia

Objetivos. Comprender la formación del petróleo a partir de la lectura propuesta. Proponer argumentos que permitan identificar, seleccionar y organizar sus ideas a partir de problemas científicos escolares.

Actividades. En esta fase las actividades que se proponen buscan orientar al estudiantado a identificar nuevos puntos de vista con relación al petróleo, y como este se relaciona con la química orgánica y con el átomo del carbono. Para ello, se proponen situaciones en las que ellos/ellas identifican, clasifican y organizan favoreciendo el desarrollo de competencias cognitivo-lingüísticas tales como la definición, descripción, justificación, argumentación y posterior explicación.

Procedimiento: Lee en forma individual las siguientes líneas y elabora explicaciones a las preguntas propuestas, que posteriormente serán debatidas en la clase.

Las actividades que se proponen permiten mostrarte como se relacionan los hidrocarburos con el origen y composición del petróleo.

¿Cómo se formó el petróleo?

Hace unos 65 millones de años, un meteorito hizo impacto en nuestro planeta y destruyó a todos los seres vivos. Con el tiempo, se cree que estos animales y plantas se convirtieron en fósiles. Para fosilizarse, un animal debe quedar enterrado en barro o arena antes que se descompongan sus huesos. Durante miles de años las capas de sedimentos se acumularon sobre sus restos óseos y los minerales se depositaron hasta sustituir el material de sus huesos y convertirlo en lo que hoy conocemos como petróleo.

1. **Reflexiona sobre lo que acabas de leer y comenta brevemente según tu apreciación, lo siguiente:** Si la historia cambia, y ningún meteorito hubiese impactado nuestro planeta, pero los dinosaurios se hubiesen extinguido por alguna enfermedad; ¿se podría haber formado el petróleo? Explica tu idea.

¿Qué es el petróleo?

La palabra petróleo proviene del latín "petroleum", que significa "aceite de piedra". En sí es un aceite mineral natural, constituido por una mezcla de hidrocarburos y en menor cantidad otros compuestos. La definición de hidrocarburo se relaciona con el carbono y el hidrógeno; que se desprende del término señalado.

2. **Elabora una posible explicación, a partir de lo que has aprendido, de ¿Cómo se pueden unir el carbono y el hidrogeno para dar origen a los hidrocarburos?**

Reseña histórica del petróleo

Las primeras referencias que se tienen del petróleo en la antigüedad es la presencia de emanaciones de gases espontáneamente inflamadas desde el suelo. En otras oportunidades, el petróleo se manifestaba en corrientes de agua, siendo recogido y empleado en diversos usos como unguento para curar las heridas, enfermedades de la piel o dar masaje a los músculos reumáticos. Fueron los egipcios los primeros en darle uso medicinal, ocupándolo también en embalsamamientos y como aceite para las ruedas de sus carruajes. En Babilonia fue utilizado como combustible y para unir mosaicos y piedras en sus construcciones. La existencia del asfalto en el Mar Muerto es mencionada por primera vez por Moisés en sus escritos y Marco Polo, en la narración de sus viajes, describió el empleo del petróleo para el alumbrado, que era transportado en camellos hasta Bagdad.

En el año 100 antes de Cristo, los chinos se convirtieron en los primeros exploradores de petróleo. Buscaban en el lugar que les parecía adecuado y perforaban con taladros de bambú. Muchos siglos después, en 1859, un empresario norteamericano de apellido Drake, mandó perforar un pozo en Oil Creek, poblado cercano a Titusville, Pennsylvania, del cual extrajo petróleo por metros cúbicos. De este modo comenzó la llamada "*fiebre del oro negro*", período en que al petróleo bruto no se pedía más que su aceite para el alumbrado y un poco de lubricantes para ser refinados de manera muy rudimentaria. Luego se descubrieron también yacimientos en Rumania, Polonia, Rusia, las Islas de Sonda y en gran parte de los Estados Unidos. En nuestro país, desde fines del siglo pasado existieron evidencias de petróleo en la zona de Punta Arenas. Sólo en 1945, desde el pozo de Spring-Hill, en Tierra del Fuego, Magallanes, brotó el tan esperado oro negro.

Reflexionando sobre tus propias respuestas, realiza la siguiente actividad.

Elabora un mapa conceptual a partir de la lectura rigurosa realizada al texto. Utiliza conectores apropiados para los conceptos claves identificados a partir de la lectura.

III. Sistematización.

Se proponen dos actividades, que tienen como objetivo sistematizar los conceptos acerca del origen y composición básica del petróleo con el propósito de reflexionar acerca de su propio aprendizaje.

Elaboración de un juego (Discute con tus compañeros proponiendo un nombre

Objetivos. Discutir acerca de la selección del nombre del juego.

Explicitar su aprendizaje mediante la elaboración de un juego que sistematice la nomenclatura de los diferentes hidrocarburos, teniendo en cuenta los siguientes contenidos conceptuales, número de átomos de carbonos, tipo de enlace. Contenidos procedimentales (diseñar del juego, y elaboración de reglas del mismo) y actitudinales tales como el respeto, tolerancia, trabajo en equipo.

Actividades. Con el propósito que los estudiantes expliciten lo que están aprendiendo y reflexionen oportunamente acerca de ello (función metacognitiva del aprendizaje de la química), sean capaces de elaborar un juego que permita identificar y comprender la formación de los distintos hidrocarburos.

Indicaciones para el profesor: A cada grupo se le entrega la pauta para elaborar un juego que permita la identificación de su conocimiento sobre los hidrocarburos.

Procedimiento: Lee en forma individual las reglas del juego, recuerda que este es un trabajo en equipo de a cuatro personas, por lo que ahora te conviertes de estudiante a jugador.

La actividad que se propone son para trabajar en grupo sistematizando lo que ya has aprendido es por esto, que al realizar la actividad, debes respetar a tus compañeros de equipo. No olvides completar la guía de aprendizaje sugerida.

Reglas:

1. Las/los jugadores escogerán una carta al azar con el prefijo numeral, esto debiera indicarles la cantidad la cantidad de átomos de carbono que presenta el hidrocarburo
2. La/los jugadores tirarán un dado para saber qué tipo de estructura de hidrocarburo representará (alcanos, alquenos, alquinos).

3. valor del dado. El valor numérico del dado indica lo siguiente.

- 1 alcano
- 2 alqueno
- 3 alquino
- 4 cíclico
- 5 comodín
- 6 pierde el derecho a formar su estructura.

4. Después de representar la estructura debe dar el nombre correcto según la nomenclatura IUPAC.

5. Se realizan 4 rondas máximas por grupos y la que presente mayor puntaje gana.

PD. La obtención del comodín permite seleccionar el tipo de estructura asociado a su nomenclatura IUPAC.

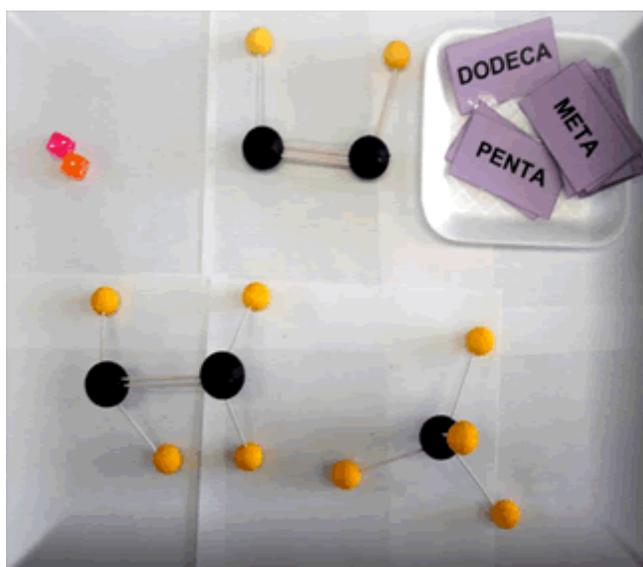


Figura 1. "Materiales para el juego"

En la figura 1 se observan las tarjetas y las moléculas que se pueden formar a partir de las reglas propuestas. A continuación se presenta una hoja de respuestas, que permite identificar las jugadas realizadas por cada uno de los jugadores involucrados.

Hojas de respuestas.

<i>Nombre</i>	<i>Cantidad de átomos de carbono</i>	<i>Valor del dado</i>	<i>Dibujo de la estructura</i>	<i>Nombre de la estructura</i>
Jugador 1				
Jugador 2				
Jugador 3				
Jugador 4				

Las preguntas que se proponen a continuación tienen como objetivo emitir un juicio de valor del proceso enseñanza-aprendizaje en la ejecución del juego.

1. ¿Qué te pareció la actividad que realizaste?

2. ¿Se logró sistematizar tu conocimiento al realizar este juego? ¿Cómo lo lograste?

3. ¿Qué dificultad encontraste al realizarlo? ¿Cómo la superaste?

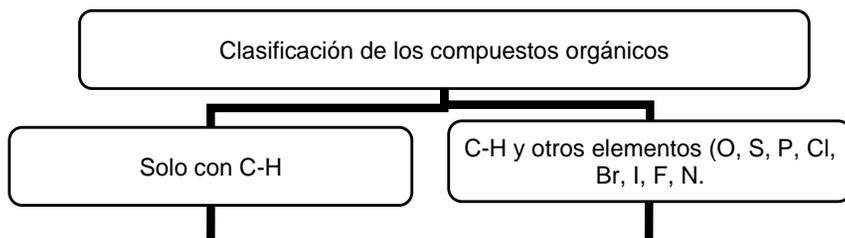
Clasificación de los compuestos orgánicos: “Los hidrocarburos una familia unida permanece unida”

Objetivos. Evaluar la comprensión de la noción de hidrocarburo y su nomenclatura.

El/La estudiante explicará qué ha aprendido a través de diferentes formas de explicar la Química Orgánica, teniendo en cuenta la clasificación de los compuestos orgánicos (cantidad de carbonos en la cadena, el tipo de enlace).

Actividades. Identificar y caracterizar mediante el proceso de reflexión y comunicación sistemática en el aula la clasificación de los hidrocarburos y su nomenclatura.

El siguiente esquema permite sistematizar las ideas que presentas. Obsérvalo detenidamente, y responde las preguntas propuestas a continuación. Desarrolla la actividad de aprendizaje de forma individual.



Responde

1. Argumenta la clasificación de los hidrocarburos propuesta en el diagrama.

2. Explica, utilizando el lenguaje científico apropiado las diferencias que existen entre los hidrocarburos saturados e insaturados.

--

3. Representa la estructura de cada uno de los hidrocarburos propuestos y posteriormente nómbralo según la nomenclatura IUPAC.

Alcano	Alqueno	Alquino	Ciclo	Aromático

IV Aplicación.

Objetivos. Analizar situaciones de contingencia mundial, mediante la lectura de diferentes artículos.

Debatir en plenario la importancia de la utilización de otras fuentes de energía.

Emitir juicios de valor acerca de energías “limpias” y su impacto en la sociedad.

Actividades. Las actividades que se proponen están orientadas a que los/las estudiantes transfieran los conocimientos construidos a nuevas *situaciones científicas escolares problematizadoras* (SCEP) diferentes, de las cuales se producirán nuevas preguntas e interrogantes, abriendo así un nuevo ciclo de aprendizaje.

¿Prensa amarillista o verdad incomoda?

Las actividades que se proponen son para que tomes una postura, teniendo en cuenta lo que aprendiste de la Química Orgánica y como se relaciona con la naturaleza, Lee las noticias y débata la junto con tus compañeras.

Cientos de personas se movilizaron “POR UN CHILE SIN REPRESAS”³

Manifestaciones se realizaron el sábado 29 de Agosto. En Temuco unas 200 personas marcharon por diversas calles céntricas, con lienzos y consignas la que comenzó a las 18:00 horas desde la plaza Hospital y reunió a diversas representaciones estudiantiles, ambientalistas y Mapuches y que finalizó con diversos juegos y cánticos en plena Avenida Caupolicán, arteria principal de la Ciudad.

En Valdivia, más de 400 marcharon. Casi medio millar en Coyhaique, cifra cercana en Santiago. En total, 19 localidades se movilizaron para exigir el resguardo de los ríos, los ecosistemas, los derechos de las personas y para que formas de energías limpias y sin impactos se instalen en Chile. Varias de las manifestaciones superaron el frío, lluvias e incluso hasta tormentas.

1. Propone nuevas formas de estrategias que permitan trabajar por un Chile más limpio promoviendo así una cultura científica más ciudadana y valórica.

³ Noticia extraída del diario electrónico Mapuexpress del día 30 de agosto del 2009

Investigación da cuenta de la no sustentabilidad de represas proyectadas en la Patagonia⁴



Una investigación de expertos en energía sustentable da cuenta de que con políticas de eficiencia energética y el uso de energías diversas se cubre la demanda energética del país en las próximas décadas, lo que hace innecesaria la construcción de las 5 centrales proyectadas en los ríos Backer y Pascua. Los argumentos se recogen en una reciente edición de Ocho Libros.

¿Se necesitan represas en la Patagonia?, editado por Ocho Libros, es un análisis del futuro energético chileno que pone en tela de juicio la política energética del país después de 28 años de hegemonía absoluta del mercado en la producción, transmisión y distribución de la energía en Chile.

Las conclusiones de la investigación señalan que de construirse las cinco centrales hidroeléctricas del grupo Hidro-Aysén formado por las empresas Endesa y Colbún la cual se pretende instalar en la Patagonia, es posible que el país enfrente una sobreoferta energética entre los años 2014 y 2025.

Esto se sostiene a partir de la constatación de que la cantidad de proyectos energéticos actualmente en estudio en el país “superan con creces la demanda de los próximos 15 años”. A dicha proyección se suma la posibilidad de que el 40% de las centrales a carbón que se estima existirán en el año 2025 sean innecesarias.

⁴ Extracción, extraído de el diario electrónico “El ciudadano”
<http://www.elciudadano.cl/2009/09/01/investigacion-da-cuenta-de-insustentabilidad-de-represas-proyectadas-en-la-patagonia/>

El análisis consideró factores como, los efectos futuros de la actual crisis económica, mayor viabilidad de proyectos energéticos de bajo impacto ambiental y las posibilidades de ahorro energético.

Con datos precisos da cuenta de que es posible reemplazar el eventual aporte a la matriz energética del proyecto en la Patagonia usando energías renovables y dando un uso eficiente a la energía.

MONOPOLIO ENERGÉTICO

El proyecto Hidro-Aysén pretende construir 5 centrales en los ríos Baker y Pascua, inundando más de 6 mil hectáreas de la zona. Además contempla una línea de transmisión de cerca de 2.300 km. la que sería una verdadera cicatriz en 7 regiones del país con 6 mil torres que afectarían 4,6 millones de hectáreas de la Patagonia y de Chile central.

ENDESA y Colbún hoy son dueños del 74% de la matriz energética del país y, en caso de concretarse el proyecto Hidro-Aysén, subirían al 90% del mercado eléctrico.

ENDESA, con el holding ENERSIS, de propiedad de la italiana ENEL, además controla la producción, transmisión y distribución de energía de casi la totalidad del Sistema Interconectado Central (SIC).

Un nuevo sistema eléctrico

En las conclusiones del libro se sostiene que “debido a la recesión económica mundial y la caída en la demanda de energía eléctrica, hay una ventana de oportunidad durante los próximos tres años, para reorientar de manera estructural el sistema eléctrico hacia uno que sea técnicamente más flexible, económicamente eficiente y ecológicamente sustentable”.

Stephen Hall es investigador canadiense con más de 30 años de experiencia en energías sustentables, eficiencia energética y mitigación de cambio climático. Hall fue director ejecutivo para América Latina del Instituto Internacional de Conservación Energética y hoy es consultor de Natural Resources Defense Council.

Roberto Román es académico del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile y también tiene más de 30 años de experiencia en energías

renovables y energía solar. Miembro del Directorio de ISES (International Solar Energy Society), ha desarrollado consultorías para la Comisión Nacional de Energía (CNE) y CODELCO.

Felipe Cuevas es Ingeniero Civil Mecánico, especialista en energías renovables y solar; en tanto que Pablo Sánchez es geólogo especializado en geotermia.

El Ciudadano

- 2. ¿Qué opinión te merece lo que dice esta noticia ¿estás de acuerdo? o ¿crees que la investigación puede desacreditarse? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.**

Frei: “Chile tiene que tener energía nuclear”⁵

Ramón Badillo

Decididamente a favor de implementar esta polémica fuente energética en el país se mostró el candidato oficialista durante la exposición de sus propuestas económicas y laborales en el Centro de Estudios Públicos.

Acompañado de ocho asesores económicos, el candidato de la Concertación Eduardo Frei presentó sus propuestas económicas y laborales, apoyado por diapositivas tituladas “Una estrategia de crecimiento para el empleo y la sostenibilidad” que resume el documento de 16 páginas que presentó ante el Centro de Estudios Públicos (CEP).

Frei propuso como meta de su gobierno alcanzar el desarrollo, centrado en siete tareas estratégicas: empleo, educación, energía, “economía

⁵ El Mercurio OnLine (Chile) - 07/08/2009, extracto de la noticia.

verde”, competencia y emprendimiento, infraestructura y modernización del Estado.

La propuesta más llamativa fue su abierto respaldo a alcanzar la puesta en marcha para el 2020 de un plan de energía nuclear, actualmente en estudio por parte del gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet. “Chile es un país que no puede dejar de estudiar la energía nuclear, no solamente en el tema energético. Este es un tema estratégico para Chile. La energía nuclear tiene múltiples aplicaciones.

Los países vecinos al nuestro lo están haciendo. Estamos completando con el gobierno de la Presidenta Bachelet una serie de estudios, eso hay que seguirlo. Nosotros tenemos que tener como país un centro de energía nuclear”, aseveró, taxativo, el candidato de la Concertación.

La propuesta de energía nuclear del senador fue rotundamente rechazada por el vicepresidente del partido ecologista, Manuel Baquedano, quien calificó este tipo de centrales como peligrosas en un país sísmico y que no cuenta con uranio, materia prima para producirla.

“Es bueno que este tema se transforme en un tema de campaña, pero nosotros creemos que decisiones de esa naturaleza deben ser decisiones que tienen que ser sostenidas por la mayoría de la población, porque son decisiones muy trascendentes para un país sobre todo cuando se trata de una energía que es peligrosa, en un país sísmico, que no tiene resueltos los temas de los desechos, y cuya materia prima el uranio va a tener que ser traída de otros países, es decir, un recurso que no existe en nuestro país”, arguyó el ecólogo.

Del mismo modo, Baquedano denunció los planes de construcción de tres centrales nucleares en Chile, propuestas en el estudio entregado por el Colegio de Ingenieros de Chile, al Ministro de Energía Marcelo Tokman, este informe detalla un plan de desarrollo de construcción del 2009 al 2030 en las zonas de Tocopilla, San Antonio y Papudo.

3. ¿Cuál es tú opinión acerca de la energía nuclear y su utilidad? ¿Qué ventajas y desventajas identificas? Argumenta tu respuesta.

Ahora te proponemos el debate, estás de acuerdo con cambiar las energías que usamos, o no lo estas, cuáles son tus argumentos para la postura que eliges. Relaciona lo que has aprendido de química orgánica con la energía necesaria que requiere el planeta.

CAPITULO 3

Las disoluciones electrolíticas y la electrólisis. Una unidad didáctica para la educación media.

Quira Alejandra Sanabria Rojas

Magister en Docencia de la Química. Grupo de Estudio en Química Cotidiana.
Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.

Franklin Alberto Manrique Rodríguez

Licenciado en Química. Grupo de Estudio en Química Cotidiana.
Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.

Roy Waldhiersen Morales Pérez

Licenciado en Química. Grupo de Estudio en Química Cotidiana.
Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.

Índice del capítulo

- ✓ Resumen
- ✓ Presentación de la Unidad Didáctica.
- ✓ Enseñanza de los fundamentos en electroquímica para la Educación Media.
 - ✓ Planificación docente.
 - ✓ Desarrollo de la Unidad Didáctica.
 - ✓ Exploración e introducción.
 - ✓ Desarrollo de nuevos conceptos científicos.
 - ✓ Introducción a nuevos conocimientos.
 - ✓ Sistemas electroquímicos.
 - ✓ Evaluación de Competencias de Pensamiento Científico.
- ✓ Identificación de problemas científicos y comunicación de ideas.
- ✓ Problematicación e identificación de tipologías de competencias.
 - ✓ Evaluación de las experiencias con el estudiantado.
 - ✓ Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.
 - ✓ Referencias bibliográficas.

RESUMEN.

La siguiente propuesta metodológica tiene como propósito fundamentar aspectos teóricos y metodológicos que han de favorecer la consolidación del entramado teórico sobre fenómenos electroquímicos requeridos en la formación básica en ciencias a nivel de secundaria.

Plantear un diseño didáctico desde la Naturaleza de la Ciencia y la Historia de la Química para la enseñanza de la electroquímica, se sustenta en la interpretación del comportamiento de las celdas electrolíticas y la capacidad de conducción de la corriente eléctrica en medios acuosos para propiciar construcciones de conocimiento científico escolar entre los y las estudiantes, de forma que haya una proximidad entre el uso cotidiano de artefactos como las pilas y el fundamento químico de la composición y funcionamiento de ellos. En este diseño se describen algunas actividades en relación con la promoción de competencias cognitivo lingüísticas en los y las estudiantes, en particular la explicación y argumentación sobre fenómenos electroquímicos, aplicaciones cotidianas y posturas sobre el impacto medioambiental que pueden producir objetos de difícil eliminación como las pilas. Además de sugerir algunas indicaciones para las y los profesores que orienten el desarrollo de la presente propuesta.

1. PRESENTACIÓN.

Una introducción histórica de la electrólisis y las disoluciones electrolíticas.

La electrólisis es un fenómeno que ha sido estudiado desde hace dos siglos, convirtiéndose en el objeto de estudio que daría razones poderosas a los físicos para concebir las sustancias como entidades conformadas por partículas responsables del fenómeno de la electricidad.

Para Humphry Davy los compuestos podían ser separados por el “extraño poder de la corriente eléctrica”; sus trabajos le condujeron a descubrir el sodio, potasio y el cloro, además de demostrar que el oxígeno no siempre es parte de los ácidos (Brock, 1998). Dicho desarrollo teórico fue mejorado por su discípulo Michael Faraday, quien acuñó los términos que se usan en este campo en su publicación de 1834 haciendo referencia a la nomenclatura y sistema de montaje de lo que actualmente se reconocen como pilas, término proveniente de la publicación de Volta (1800), en donde explicaba la organización columnar o “pila” de láminas concéntricas de plata y zinc separadas por medios no reactivos que contenían agua salada.

Para Faraday (1834), la descomposición electroquímica era un fenómeno observable en el que la confusión de términos requería de una precisión para la

universalización de los mismos, con el fin de entender qué explicación se elaboraba alrededor del fenómeno. De esta manera sugiere el término *polo* para el segmento que se cargaba negativa o positivamente. Sin embargo, para él la determinación de ésta atracción (fuerza) se debía a un comportamiento interno del metal, de manera que *el oxígeno y los ácidos se representaban en el extremo negativo mientras que el hidrógeno y los metales se representaban en el extremo positivo*.

Se asumió el término *polo* como puerta o camino por los que se conduce la corriente eléctrica dentro y fuera del material que sirve de electrodo, siendo éstos los límites entre los que se conduce la corriente, y se sugiere el término *electrodo* para referirse a la superficie en la que se evidencia la presencia de las sustancias antes mencionadas, donde el *ánodo* es el extremo negativo, allí se hallan el oxígeno, los ácidos y el cloro. Al lado opuesto, está el electrodo o *cátodo* que será el extremo positivo donde los álcalis se desarrollan. Así, la explicación elaborada hace referencia a lo que se traslada de un electrodo a otro, a lo cual denominó *iones*, y a las sustancias que se descomponían por la acción de la corriente eléctrica le llamó *electrolitos*.

En sus experiencias usó el agua, por ser una sustancia que se descomponía fácilmente para volverla un *conductor*, se le adicionaba sal o ácido sulfúrico en pequeña cantidad. Demostrando que cuando el agua es sometida a una pequeña influencia de la corriente eléctrica, la cantidad descompuesta es proporcional a la cantidad de electricidad que ha pasado.

En la primera ley de Faraday se establece que la masa liberada en un electrodo durante la electrólisis es proporcional a la cantidad de electricidad que se hace pasar a través de una solución.

Su segunda ley indica que el peso del metal liberado por una cantidad dada de electricidad es proporcional al peso equivalente del metal.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{E_1}{E_2}$$

El equivalente químico (E) de un elemento en un compuesto dado es la relación entre la masa de un mol de átomos del elemento y el nº de oxidación con que actúa en el compuesto.

$$E_q = \frac{\text{masa}}{\text{no de oxidación}}$$

Aspecto que sería entendido con mayor claridad posteriormente cuando se establece que toda sustancia contiene electrones y que sólo algunas sustancias

de acuerdo a su arreglo atómico son capaces de transportar cargas y favorecer la composición ó descomposición de sustancias utilizando un tipo de energía especial, la energía química.

Enseñanza de los fundamentos en electroquímica para la Educación Media

Por lo regular, la enseñanza de la química denominada fundamental se centra en el estudio de aspectos teóricos y procedimentales asociados con el lenguaje de la química como la nomenclatura, la representación de reacciones a través de la escritura de fórmulas y ecuaciones químicas, la elaboración de ejercicios de lápiz y papel sobre aspectos estequiométricos, entre otros. Sin que necesariamente se considere como factor detonador de interpretaciones adecuadas las experiencias y preguntas sobre los fenómenos cotidianos pueden surgir. Un ejemplo: ¿Cómo mantener una fuente de energía para reproducir el fenómeno eléctrico en cualquier lugar?, ¿Cuáles son los fundamentos fisicoquímicos del funcionamiento de una pila?, en el momento histórico referido anteriormente, el problema social se centró en cómo mantener la electricidad por largos periodos de tiempo, aspecto que tuvo significativas implicaciones en la transformación social y científica del momento, yendo más allá de la trasmisión de saberes descontextualizados.

Es frecuente encontrar estudios sobre la enseñanza de los modelos atómicos, del enlace químico, de las reacciones, del comportamiento de los gases, incluso, del cálculo de la concentración de las disoluciones (Raviolo, A., Siracusa, P., Gennari, F. Y Corso, H., 2004), pero no se encuentran sugerencias para aproximar teórica, social y tecnológicamente un evento fenomenológico como el mencionado, para la enseñanza y aprendizaje de la química. Sin embargo, es muy regular que se use como contexto, en el diseño de instrumentos evaluativos en pruebas como PISA, TIMSS, ESTADO, en los que se ponen en juego conceptos importantes del sistema teórico en química; mol, mezcla, reacción, oxido-reducción, ionización, migración, entre otros, a través de la representación de las celdas electrolíticas.

En primer lugar, y de conformidad con nuestro objetivo, ha de considerarse en palabras de Jensen (1998) los fenómenos macro y micro del comportamiento de las sustancias. Mientras el fenómeno sea perceptible a los sentidos, hará parte del macromundo, siendo representado desde allí (Gieré, 1992). Sin embargo, al superar éstas explicaciones queda en entre dicho qué es lo que sucede en dónde no es susceptible mirar, tocar, oler, lo cual pone de manifiesto la necesidad de una concepción a nivel del micromundo, de representaciones que son abstractas en sí mismas cuya única vinculación con lo real es el fenómeno objeto de análisis. De manera que elaborar una explicación demanda el uso de saberes en diferentes campos de acción. Para Jensen (1998, a,b,c), entender el sistema teórico en química proviene de categorizar dichos modelos en tres niveles; el primero corresponde con explicaciones que dependen de la cantidad de

sustancia (molar), el segundo sobre las explicaciones de la estructura de las sustancias (molecular) y finalmente, sobre los comportamientos eléctricos de las mismas sustancias (iónico). Lo anterior manifiesta que en la enseñanza de la química se manejan varios niveles de abstracción, el juego está en tener claridad qué modelos científicos se mueven en uno o varios de éstos niveles.

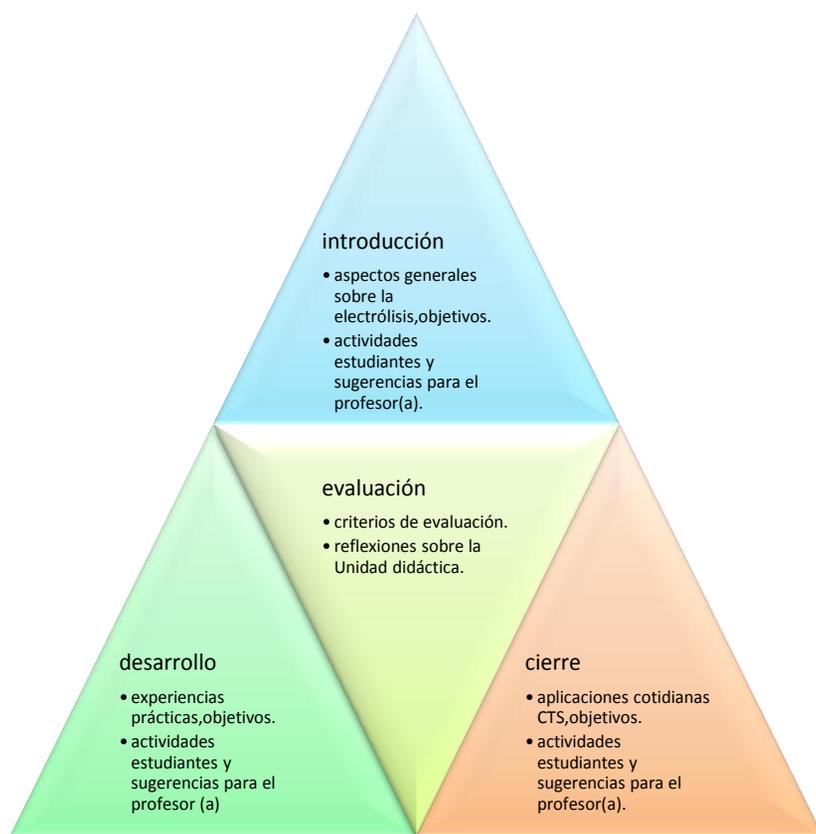
El problema de la enseñanza de las ciencias se ubica en el momento en que se concede importancia a la educación en ciencias, frente al frecuente y no menos complejo fracaso escolar (Gil Pérez,D., Carrascosa Aliz,J. y Martínez Terrados, F. 1999). Cada vez más se vinculan diferentes aspectos que dan luces al respecto. Se ha requerido considerar factores asociados al desarrollo humano, como sus actitudes, habilidades de pensamiento y socialización de la información admitida como sistema teórico. La didáctica de las ciencias se desarrolla durante los últimos 30 años, como disciplina con objeto de estudio propio. Donde se valida el diseño de estrategias de enseñanza poderosas con respecto a los resultados esperados, sobre todo, cuando se contempla qué se enseña, a quién, cómo y para qué (Aduríz e Izquierdo,2002). De manera que se torna relevante el qué desde la relación entre los procesos históricos seleccionados por su contundencia en el desarrollo del sistema teórico científico y el tipo de conocimientos relevantes, las representaciones elaboradas sobre éstos y el tipo de transformaciones sociales del entorno que se pueden identificar a través del tiempo. Aspectos medibles a partir de la estructuración y uso en contexto de las competencias científicas (Lemonié Saenz, J, 2009; Quintanilla, 2006).

El aprendizaje basado en problemas no es nuevo, mas bien, se reconoce la capacidad de los individuos para plantearse preguntas en torno a lo que les rodea, es una técnica que se masifica hacia los años 60, en la enseñanza universitaria. Donde se usa de manera consciente la elaboración de preguntas potenciadoras de la discusión para establecer vínculos entre lo que se aprende y las necesidades del entorno favoreciendo principalmente el desarrollo del pensamiento crítico divergente. Siendo el estudiante el objeto de la enseñanza y no solo los contenidos, convirtiéndose el trabajo colaborativo un eje fundamental de consolidación de saberes (Morales, P, y Landa V, 2004).

En la misma dirección se admite la importancia de partir de la identificación y socialización de las ideas alternativas por considerarlas relevantes dentro del esquema teórico de los individuos, puesto que es el punto de partida para cualquier modificación o anclaje cognitivo que se pretenda desarrollar (Carrascosa, 2005).

La concepción de Unidad didáctica como organizador intencionado de procesos de pensamiento producto de la reflexión colectiva multidireccional es el que se asume para el diseño de ésta.

Una unidad didáctica no sólo es un organizador de actividades, es un regulador de la intencionalidad en la enseñanza. Un derrotero que funciona como propuesta de investigación, en donde se establecen tres momentos. Introducción, desarrollo y cierre. De manera que se representa cíclicamente (Jorba y Sanmartí, 1996).



La gráfica anterior, pone de manifiesto a la evaluación como eje articulador, de la planeación, la ejecución y la reflexión que debe darse a medida que se pone en juego la presente propuesta. Es una evaluación concebida para enseñar y regular (Lemonie, 2009; Ibáñez y Gómez, 2005).

2. Planificación docente.

A continuación en la tabla 1 se especifican los contenidos, objetivos, aprendizajes esperados, destinatarios, temporalidad y materiales requeridos para el desarrollo de esta unidad didáctica.

Tabla 1. Planificación Docente

Unidad. Disoluciones electrolíticas y electrólisis.		
<p>Contenido Científico</p> <p>¿Cuáles son los conceptos fundamentales que necesita un estudiante para entender el funcionamiento de una celda electroquímica?</p>	Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los conceptos químicos que se vinculan con la interpretación de la electrólisis del agua. • Identificar adecuadamente los componentes de una celda electrolítica y funciones químicas de las sustancias que intervienen. • Establecer diferencias semánticas entre los términos asociados a los fenómenos electrolíticos y los términos de uso cotidiano. • Desarrollar representaciones sobre el comportamiento de los electrodos y de la molécula del agua en el proceso de electrólisis (nivel molar, molecular e iónico). • Comparar experiencias fenomenológicas sobre electrólisis de sustancias. • Distinguir entre fenómenos de electrodeposición y electroquímica.
	Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar montajes de experiencias procedimentales de una celda electroquímica utilizando materiales de fácil consecución. • Interpretar modelos icónicos sobre la electrólisis del agua en textos de consulta.

	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar posturas críticas frente al desarrollo tecnológico en cuanto a los beneficios sociales e impacto ambiental. • Asumir la responsabilidad de autorregulación del aprendizaje desde las dificultades identificadas. • Reconocer y respetar la diversidad de pensamiento entre los estudiantes de la clase.
Objetivos		<ul style="list-style-type: none"> • Explicar los fundamentos químicos necesarios en la interpretación de la descomposición de sustancias en una celda electrolítica.
Objetivos Específicos		<ul style="list-style-type: none"> • Indagar las ideas alternativas que posean los estudiantes con respecto a las pilas e identificar los posibles mitos alrededor de estos objetos. • Consolidar sistemas representacionales (modelos) sobre el funcionamiento de una celda electrolítica. • Establecer relaciones estrechas entre los estudiantes dentro de la dinámica del aprendizaje colaborativo. • Potenciar las habilidades de comunicación escrita de carácter argumentativo. • Desarrollar actividades experimentales sobre el comportamiento de las sustancias electrolíticas en celdas electrolíticas. • Aproximar concepciones científicas sobre la descomposición química por electricidad
Aprendizajes Esperados		<ul style="list-style-type: none"> • Identificación adecuada de los componentes de una celda electrolítica y funciones químicas de las sustancias que intervienen. • Reconocimiento de modelos científicos elaborados sobre la electrólisis del agua. • Reconocimiento de las implicaciones socio científicas de las celdas electrolíticas. • Uso adecuado de conceptos fundamentales de química.

Destinatarios	Estudiantes de secundaria media vocacional y terciaria (Primeros años de Universidad).
Temporalidad	5 sesiones de tiempo clase.(90')
Materiales	Fotocopias para cada estudiante, insumos de laboratorio y útiles escolares.

3. Desarrollo de la unidad didáctica

3.1 Exploración-Introducción

Objetivo: Identificar las ideas alternativas estudiantiles con respecto a la noción de científica de electroquímica electrodo, electrolito, ión, reacción de oxido-reducción.

Actividad 1.

Dado que se propone un trabajo desde la problematización del aprendizaje en relación directa con la realidad, es importante hacer un inventario inicial de ideas alternativas que, con respecto a las pilas han elaborado los estudiantes, así como, si son claras o no las razones que han justificado históricamente que el agua sea un compuesto que por medio de electricidad es posible separar en sus elementos constitutivos. De modo que pueda establecerse si en el discurso usado hay claridad o no, con respecto a conceptos fundamentales en química como elemento, ión, molécula, reacción, oxido reducción, migración, entre otros.

a. Indicaciones para el profesor/profesora.

A cada estudiante se le suministra el instrumento propuesto a continuación, luego de haber dejado un tiempo prudencial, se procede a socializar las explicaciones hechas por cada uno, de manera que pueda facilitarse la discusión grupal con respecto a los cuestionamientos sugeridos. Es fundamental mediar el discurso sin intervenir en las explicaciones que los estudiantes elaboren al respecto, detallando el tipo de explicaciones y representaciones gráficas que hagan al respecto. Solicitar a los estudiantes que por grupos elaboren un pequeño párrafo que describa los acuerdos de grupo por cada uno de los enunciados trabajados en el instrumento aplicado individualmente.

De acuerdo con las siguientes categorías mostradas a continuación, marca con una equis(X) el recuadro que corresponda con tu elección, de acuerdo con la pregunta de cada enunciado:

- a. Puedo explicarlo oralmente a un compañero(a).
- b. No puedo explicarlo oralmente pero puedo dibujarlo.
- c. Tengo confusión con los términos.
- d. No se.

	Enunciado	a	b	c	d	Justificación
1	Entiendo cómo se produce la electrodeposición					
2	Se cómo se escribe una reacción de oxido reducción					
3	Entiendo cómo se puede descomponer el agua					
4	Entiendo cómo se almacena electricidad					
5	Sé cómo funciona una pila					

3.2. Desarrollo de nuevos conceptos científicos.

Objetivo: Consolidar sistemas representacionales (modelos) sobre el funcionamiento de una celda electrolítica.

En este aparte se pretende que desde la experiencia se elaboren representaciones sobre lo que sucede en la descomposición del agua por electricidad, así mismo, establecer referentes de modelos científicos sobre los lugares de formación del gas oxígeno e hidrógeno.

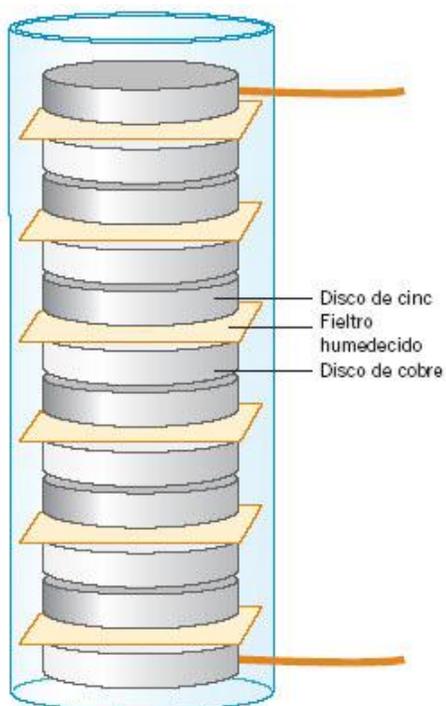
Actividad 2. Problemas ejemplificadores.

LEE ATENTAMENTE Y RESUELVE A CONTINUACIÓN LOS ITEMS SUGERIDOS

LAS REACCIONES DE OXIDO REDUCCIÓN Y LAS PILAS

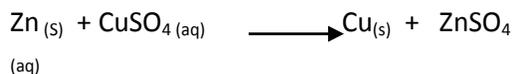
Para la sociedad de finales del siglo XIX, el desarrollar tecnologías que le facilitaran la producción y almacenamiento de energía se había convertido en una necesidad de primer orden. Los diferentes estudios que al respecto se hicieron condujeron a personajes como Volta, Galvani y Daniell a proponer “pilas” o columnas en las que se intercalaban láminas de metales como el zinc y el cobre entre trozos de materiales absorbentes como tela y papel que retenían sales disueltas en agua (por lo general sustancias que se ionizan fácilmente y que aportan iones cargados negativa y positivamente como el H_2SO_4 o el $CuSO_4$) lo que facilitaba la migración iónica entre uno y otro metal (electrodos). Actualmente las pilas que usas son el producto mejorado de estos procesos, que están centrados en reacciones de desplazamiento que se produce en la superficie de los electrodos (**figura 1**).

Figura 1.



Esta gráfica representa el trabajo elaborado por Volta, sin embargo hay preguntas de fondo, ¿cómo se mueven los electrones de un lado a otro para que se produzca la corriente eléctrica? , ¿Cuándo se agota una pila?, ¿Tiene algo que ver las reacciones químicas de oxidación y reducción?

La ecuación que representa el fenómeno es:



<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/>

El Zn metálico reduce al cobre de la disolución a Cu^{+2} al donarle $2e^-$. Si la pila que representa la gráfica disminuyera a la mitad su tamaño.

Escribe al frente de cada término, que se relaciona con la lectura, lo que significa de acuerdo con los conceptos químicos o físicos.

- Electroodos.
- Electricidad.
- Átomo.
- Ión.
- Disolución electrolítica.
- Transferencia de electrones.
- Migración de iones.
- Reacción oxido-reducción.

b. Indicaciones para el profesor/profesora.

El cuestionamiento anterior se trabaja en grupos de manera que puedan discutir y socializar las aproximaciones que hagan de sus explicaciones.

Posteriormente, se hace un plenario que permitan hacer abordajes sobre los cuestionamientos iniciales: ¿cómo se mueven los electrones de un lado a otro para que se produzca la corriente eléctrica? , ¿Cuándo se agota una pila?, ¿Tiene algo que ver las reacciones químicas de oxidación y reducción? Que sirva de preámbulo a la siguiente actividad. Es importante mantener el registro escrito de lo hecho en este espacio.

3.3 Introducción a nuevos conocimientos

Objetivo: Desarrollar representaciones sobre el comportamiento de los electrodos y de la molécula del agua en el proceso de electrólisis (nivel molar, molecular e iónico).

Actividad 3. Electrólisis del agua

c. Indicaciones para el profesor/profesora.

De acuerdo con lo mencionado y escrito por los estudiantes en la instancia anterior (actividad 1), se prepara al grupo para realizar un dispositivo para electrólisis del agua con materiales caseros, que empleando indicadores acido-base permitirá direccionar la discusión con respecto a lo observado (figuras 2 y 3).

MATERIALES Y REACTIVOS

Pila 9 V
Alambre de cobre o dulce
Pinzas
2 tubos de ensayo
1 vaso de precipitado
Agua
 $\text{NaSO}_4 \times 10 \text{H}_2\text{O}$

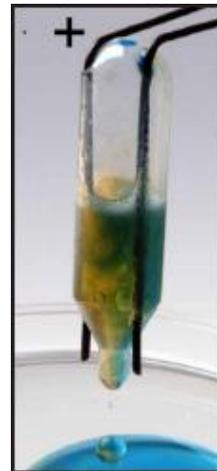
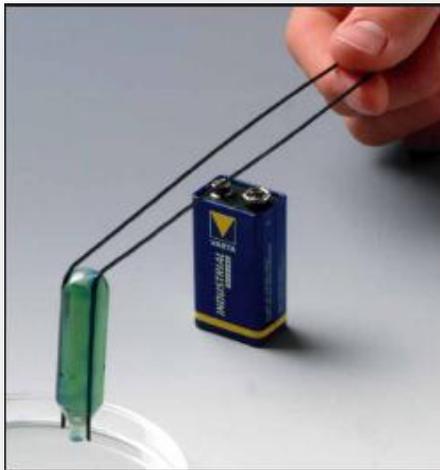


Fig. 2. Izquierda: montaje para la electrólisis del agua con recolección de hidrógeno y oxígeno juntos (indicador de azul de bromotimol fue usado como indicador. Como sostener el aparato: la reacción inicia cuando los alambres

entran en contacto con la batería). Derecha: zoom mostrando la producción de gas y los cambios de color del indicador)

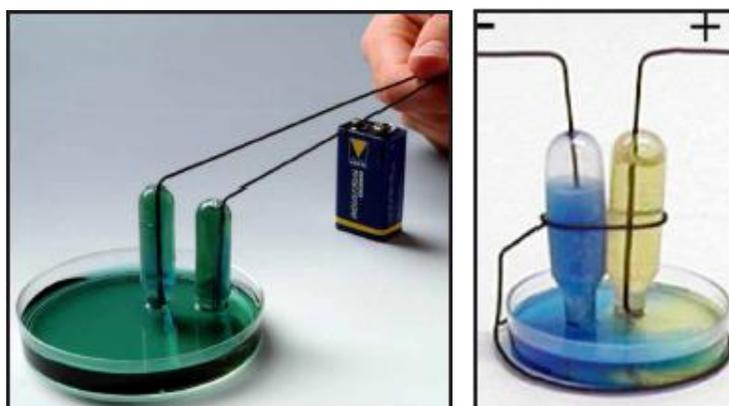


Figura 3. Izquierda: Montaje para la electrolisis del agua con recolección por separado de hidrógeno y Oxígeno (azul de bromotimol fue adicionado a la solución). Derecha: zoom al montaje mostrando los volúmenes de gas recolectados, los cambios de color del indicador y un soporte hecho con alambre floral (el color vira de verde a azul en el electrodo negativo y a amarillo en el electrodo positivo).

Procedimiento experimental.

Elabore el montaje tal como indica la imagen de la Fig.1, disolviendo en el agua una pequeña cantidad de la sal ($\text{NaSO}_4 \times 10 \text{H}_2\text{O}$) observe qué sucede en cada electrodo.

Cambie ahora el montaje de manera que cada tubo de ensayo quede en un vaso separado, agregue al agua de cada celda unas gotas de azul de bromotimol, una celda tomará coloración más azul y la otra coloración amarilla.

Preguntas Orientadoras:

- Escribe las reacciones que se desarrollan en cada electrodo.
- ¿A qué se debe que la disolución se torne amarilla? Comenta con tu grupo y escribe la conclusión
- ¿A qué se debe que la disolución se mantenga azul? Comenta con tu grupo y escribe la conclusión.
- ¿Si cambias la sal disuelta en el agua por ácido sulfúrico, pasará lo mismo? Explica.

d. Indicaciones para el profesor/profesora.

Durante la experiencia se solicita que se registre gráficamente lo observado, de manera que se pueda ubicar la carga de cada electrodo usado de acuerdo con el color del indicador. De manera que las decisiones que se tomen sean producto de la socialización que se ha hecho sobre lo que sucede con las moléculas de agua que no es perceptible a los ojos. Al finalizar se socializan las conclusiones que se han elaborado sobre la experiencia.

Actividad 4. Las celdas electrolíticas

Objetivo: Comparar experiencias fenomenológicas sobre electrólisis de sustancias.

e. Indicaciones para el profesor o profesora

En este aparte, el propósito fundamental es comparar sistemas electroquímicos en donde puede o no haber electrodeposición; para ello se espera que la actividad gire en torno al fortalecimiento de las habilidades para observar, comparar, jerarquizar, interpretar, explicar, inferir y comunicar los acuerdos grupales e individuales que se sucedan durante la mediación.

SISTEMAS ELECTROQUÍMICOS

Materiales

- Ácido acético (vinagre en sln)
- Un reloj de pared o de escritorio con segundero y operado con una batería AA
- Un beaker o recipiente mediano de 600 mL aproximadamente
- Suficiente jugo de naranja u otra mezcla de electrolitos o solución para llenar el recipiente o beaker a cerca de dos tercios de su capacidad.
- Una lámina de magnesio de 20–30 cm enrollada en un extremo o envuelta alrededor de un palo de paleta.

- Una lamina de cobre de 20–30 cm enrollada en uno de sus extremos.
- Dos clips tipo caimán para conectar las laminas a los terminales de la batería en el reloj.

Procedimientos

-Limpiar previamente la cinta de magnesio (por espacio de un minuto como máximo) introduciéndola entre un recipiente que contenga vinagre ó ácido acético con el fin de activar la superficie del metal que se oxida rápidamente con el oxígeno del aire y esto le resta actividad. Para disminuir el espacio que ocupa, se enrolla sobre un lápiz (bucle) y se une a un cable con caimán que le quede el otro extremo libre (figura 4).

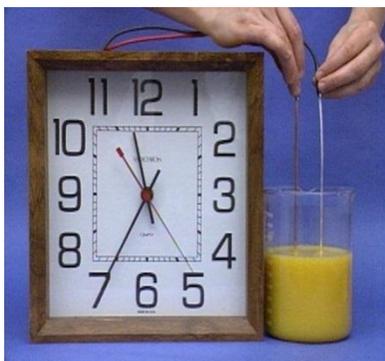


Figura 4. Montaje general del experimento.

- Unir la lámina de magnesio a la parte positiva del reloj y la lamina de cobre a la parte negativa del reloj con ayuda de las pinzas. Sumerge los otros extremos de las láminas dentro de la solución. El reloj comenzará a funcionar al cabo de unos segundos. Si no funciona dentro un corto periodo de tiempo, revisa que las láminas estén bien conectadas a los polos del reloj, que se encuentren unidas en los polos correctos, y que no entren en contacto al interior del jugo de naranja. Unir la lámina de cobre a otro cable con caimán para que le quede libre el otro extremo. Según la fuente de consulta, la tensión suministrada por el sistema es de 1.8 Voltios (figura 5)



Figura 5. Especificaciones del montaje para la experiencia.

Preguntas Orientadoras para el profesor y el estudiantado:

- ¿Para qué se enrollan las láminas de magnesio?
- ¿Cuál es el cátodo de la reacción? ¿Cuál es el ánodo de la reacción? ¿En qué dirección va el flujo de electrones? Explica qué pasaría Si... se cambia el reloj por un LED.
- ¿Qué significa que el led encienda, el sistema funciona?

Actividad 5. Produciendo yodo.

Durante el desarrollo del sistema teórico sobre la disociación de sustancias a través de la electricidad, lo que se dedujo es que es un fenómeno que va acompañado necesariamente de una reacción química, el comportamiento de las sustancias es análogo al comportamiento de los gases, desde el modelo cinético-molecular, relacionando el movimiento de las partículas (migración) con la cantidad de energía que se incrementa en el sistema, para producir la reacción química. La mayoría de los elementos hasta ahora conocidos no se encuentran libres en la naturaleza, como el yodo (I_2) este es un procedimiento que puede dar idea de cómo se obtiene libre.

Materiales

- Yoduro de potasio 1g.
- Vaso boca ancha.
- Dos trozos de alambre de cobre de 15 cm de largo aprox.
- Trocitos de pan.
- Fenolftaleína.
- Pila de 1,5 V.

Procedimiento experimental.

Observar las características físicas del yoduro de potasio. Posteriormente, colocar la cantidad mencionada dentro del vaso agregando agua desmineralizada hasta la mitad. Observar su rápida disolución. Conectar los cables a la pila e introducir los extremos libres en el vaso cuidando que no entren en contacto. En el ánodo hay una formación de una coloración rojiza. Si un compañero que tenga las manos libres acerca un pedacito de pan, observará que se torna de color pardo oscuro ó morado oscuro, factor que evidencia la presencia de yodo. Comprueba que el fenómeno es idéntico si pones en contacto otro trozo de pan con yodo en solución alcohólica.

Como el agua se ha disociado, la formación de hidróxido de potasio puede ser comprobada agregando unas gotas de fenolftaleína a la solución.

Preguntas orientadoras para el profesor y el estudiantado.

1. ¿Qué indica este fenómeno frente a la capacidad de ionización del compuesto? ¿Qué sucede en el cátodo? Describe utilizando lenguaje científico adecuado.

2. Escribe una explicación para lo que está sucediendo:

3. ¿Cómo sirve la electrodeposición en la obtención de elementos?

Un reto intelectual

Con tu grupo de trabajo trata de escribir las reacciones que se llevan a cabo durante el proceso. Ten en cuenta qué conceptos necesitas tener claro para ello.

1. ¿Qué pasará si se invierte los polos de la pila con respecto a los electrodos?
2. ¿Qué entiendes por galvanoplastia o electrodeposición?
3. De acuerdo con lo entendido, ¿cómo crees que se desarrolla el proceso de zincado?

Actividad 5. Usando el conocimiento de manera comprensiva.

- *Objetivo:* Desarrollar posturas críticas frente al desarrollo tecnológico en cuanto a los beneficios sociales e impacto ambiental.

DESTINO FINAL



En cuanto al destino final de las pilas, es posible en la actualidad pensar en el reciclado, sin embargo, no todas las pilas se pueden reciclar no quedando otra alternativa que el almacenamiento en condiciones controladas. Para las pilas alcalinas, la tecnología de reciclado es insipiente. En cuanto a las pilas de mercurio, que sí es posible reciclar, el problema es que el proceso es muy costoso. A corto y mediano plazo, factor que hace

inmanejable la contaminación del medio a raíz del desecho de pilas no recargables. A partir del año 2008 la Unión Europea introdujo una nueva legislación para regular un plan de trabajo que incluya obligatoriamente el control en la producción y reciclado de las pilas. Dicha propuesta considera pertinente tener en cuenta tanto el impacto ambiental como los gustos del consumidor en cuanto a valor a pagar y eficiencia de las mismas (Smith & Gray, 2010). Cabe resaltar que las pilas alcalinas, las de zinc-aire y las de zinc-plata (formato de moneda o botón) pueden contener pequeñas cantidades de mercurio como agente supresor de corrosión para el ánodo. Sin embargo, las restricciones sobre el uso y contenido de mercurio en la legislación vigente han motivado cambios estructurales: la introducción de ánodos de aleación de polvo de zinc, el desarrollo de nuevos supresores de corrosión, y formulaciones modificadas para los cátodos, son ejemplos. Las pilas no son inofensivas. Por tanto, es mejor saber distinguir entre los distintos tipos de pilas que hay en el mercado para elegir las que menos impacto ambiental producen. Es de aclarar que las pilas no son un objeto peligroso dentro de su vida útil, el problema se presenta en cuanto se ha agotado los espacios de almacenamiento de los productos de la reacción, y al ser eliminadas los contenedores se deterioran dejando al descubierto los materiales constitutivos. Sobre todo, si estas pilas se dejan abandonadas en espacios donde haya aguas de escorrentía, subterráneas, altos niveles de oxígeno, como en las superficies de los rellenos sanitarios, entre otros. En la actualidad los siguientes tipos de pilas: carbón – zinc; alcalinas; cloruro de zinc; óxido de plata y óxido de mercurio, son los de más amplio uso, por la economía en la producción y el tiempo de vida útil. Además se encuentran etiquetados como de uso doméstico, aspecto que se tiene en cuenta sobre todo, por ser los residuos caseros el último lugar en que se depositan luego de que se agotan. El avance tecnológico de este tipo de artefactos ha sido significativo luego de 1970. Las baterías de NiCd han estado disponibles comercialmente desde 1950 y dominó el mercado de las baterías domésticas secundarias hasta 1990. Aún son producidas en las presentaciones estándar para baterías (cilíndrica, botón) de uso casero y en campos industriales, quitándole terreno comercial a las baterías plomo-acido. Sin embargo, el altamente tóxico ánodo de cadmio, al igual que el cátodo de hidróxido de óxido de níquel y el electrolito de hidróxido de potasio concentrado, constituyeron una notable preocupación, un dilema ambiental. Aspecto que no depende unívocamente de las voluntades del Estado sino de la educación social de la población sobre el uso racional y conciente de estos artefactos, Bélgica es un país que en la actualidad es líder en cuanto a la población educada en la recuperación adecuada de los componentes de las pilas, pero esto se ha logrado gracias a campañas direccionadas para tal fin.

En 1990, las celdas de NiMH con su desempeño electroquímico mejorado salieron al mercado y ocuparon una posición ambiental mucho más favorable. Mientras que las composiciones del electrolito y el cátodo son similares a las de una batería

de NiCd, un ánodo de almacenamiento compuesto por una aleación de níquel, cobalto y un metal de tierra rara reemplazó al electrodo toxico de cadmio.

La tecnología de las baterías de NiMH es generalmente vista como una etapa de transición para ser sucedida por las baterías basadas en litio. En este sector ha habido un significativo desarrollo electroquímico; primero con el lanzamiento de la celda de ion litio y más recientemente con la celda de polímero de litio (Li-pol). Un traslado a las baterías de litio (tanto primarias como secundarias) representa un avance en términos de impacto ambiental. Aunque los materiales anódicos son no tóxicos, las celdas de ion litio contienen electrolitos inflamables y compuestos moderadamente tóxicos en el cátodo. Las baterías de Li-poli contienen materiales similares pero incorporan un electrolito de gel polimérico. Las ventajas de este nuevo formato de batería, tales como un alto y seguro desempeño electroquímico es lo que las ha posicionado en el mercado. Y también ocupan una posición medio ambiental más favorable.

Acciones de reciclaje en la actualidad.

Pensar en mecanismos de reciclaje para las pilas o baterías, implica pensar en la manera como fueron elaborada, las propuestas exitosas de reciclaje contienen una serie de pasos que involucran retiro de las etiquetas, apertura de los contenedores, ruptura de sellos, separación tecnificada de los materiales, en una segunda etapa, este reciclado es más específico incluye procesos pirometalúrgicos e hidrometalúrgicos, reacciones selectivas, entre otros.

No cabe duda que las celdas o células electrolíticas de hidrógeno o combustible de metanol se están convirtiendo en la mejor opción, por la cantidad baja de productos tóxicos que produce de manera que podrán eliminarse como residuos caseros.

¿CÓMO FUNCIONAN LAS PILAS?

En las últimas décadas los términos celda y batería se han vuelto sinónimos. Las baterías pueden ser clasificadas como primarias (un solo uso) o secundarias (recargables), subdividas así mismo en baterías domesticas (para artículos de consumo como teléfonos, linternas, radios, relojes o computadores) industriales (para plantas de reserva) y SLI (para encendido, iluminación e ignición en vehículos). Desde la época del desarrollo de la celda de Leclanché, era bien sabido que las muestras de MnO₂ obtenido naturalmente de diferentes fuentes producían muy diferentes desempeños de descarga. Los fabricantes de baterías modernas aún emplean minerales provenientes de Ghana, Mexico o Gabon, los

cuales son utilizados con tan solo pulverizar y lavar los materiales. Aunque los materiales activos de estas baterías son zinc y MnO_2 , las variedades de pilas de bajo desempeño son generalmente nombradas como celdas Zinc-Carbono. En las versiones modernas el ánodo es manufacturado a partir de una lámina de zinc y el electrolito es normalmente cloruro de amonio con una cantidad de cloruro de zinc que varía de un fabricante a otro. El uso de MnO_2 de mayor calidad en la fabricación de baterías conlleva un mejor desempeño electroquímico, aunque naturalmente con un aumento en el costo de producción.

Una mejora adicional en el desempeño puede ser obtenida adicionando grandes cantidades de cloruro de zinc, o incluso sustituyendo completamente el cloruro de amonio con esta sal. Las baterías compuestas por un electrolito de cloruro de zinc son denominadas como pilas tipo "heavy duty" ya que tienen mejor desempeño en descargas de corriente alta. A pesar de la mayor especificación de material en las pilas "Heavy Duty", la estructura interna de la pila es esencialmente la misma que la de la pila zinc-carbono.

Las baterías conocidas como pilas alcalinas difieren de las de zinc-carbono porque el ánodo de la pila alcalina está compuesto de gránulos de zinc suspendidos en un gel y contenidos en un tubo separador. El cátodo está localizado alrededor de la pared interior de la batería, en contacto con el envoltorio de acero. Para mejorar su desempeño, el material del cátodo es usualmente dióxido de manganeso modificado electroquímicamente, mezclado con carbono en polvo, el cual actúa como un conductor electrónico; éste es comprimido para formar el cilindro denso y hueco que contiene el ánodo. El electrolito de esta celda es habitualmente una solución concentrada de hidróxido de potasio con pequeñas cantidades de óxido de zinc.

A continuación se presenta una gráfica (fig 4) que compara las modificaciones hechas a las pilas alcalinas.

El MnO_2 es un pobre conductor electrónico, y por lo tanto la mezcla del cátodo también contiene carbono finamente dividido para proporcionar un contacto electrónico adecuado con la barra recolectora de carbono. El cátodo es separado de la lámina de zinc por medio de una funda de papel microporoso saturada con electrolito. La arquitectura de la celda de cloruro de zinc es similar a la de la celda zinc-carbono, pero el cloruro de amonio en el electrolito es, casi completamente reemplazado por el cloruro de zinc. Estas baterías poseen un sofisticado sistema de sellado, ya que el derrame o escape de este electrolito ácido ocasionaría un serio problema por ser corrosivo, así mismo el ingreso de oxígeno debe ser

evitado. El MnO_2 sintético de mayor pureza es usualmente usado en las baterías de cloruro de zinc. En las pilas basadas en electrolitos alcalinos la configuración es reversada (ver fig 4a y 4b). La batería esta envuelta en un delgado estuche metálico, el cual es mecánicamente robusto y resistente para el dióxido y el carbón sintético, el cual actúa como recolector de la corriente. En esta celda el ánodo consiste de polvo de zinc suspendido en un gel polimérico, el soporte del polímero contiene electrolito alcalino, y emplea un separador sintético para envolver el material que compone el ánodo (figura 6).

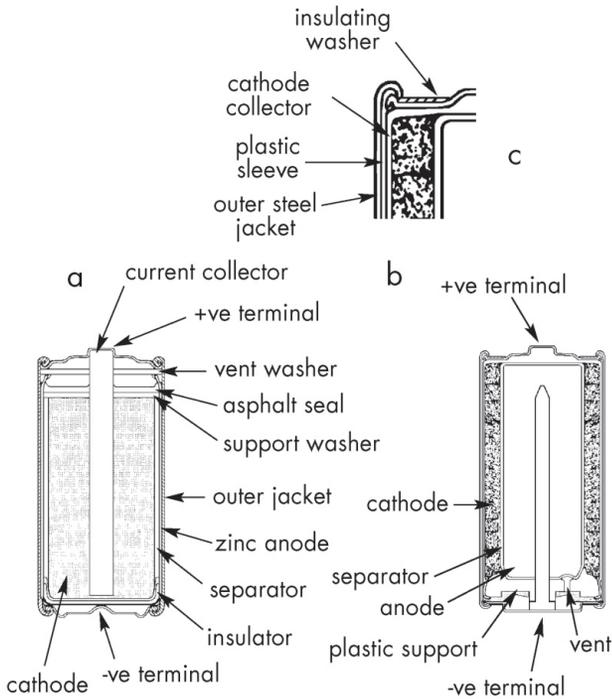
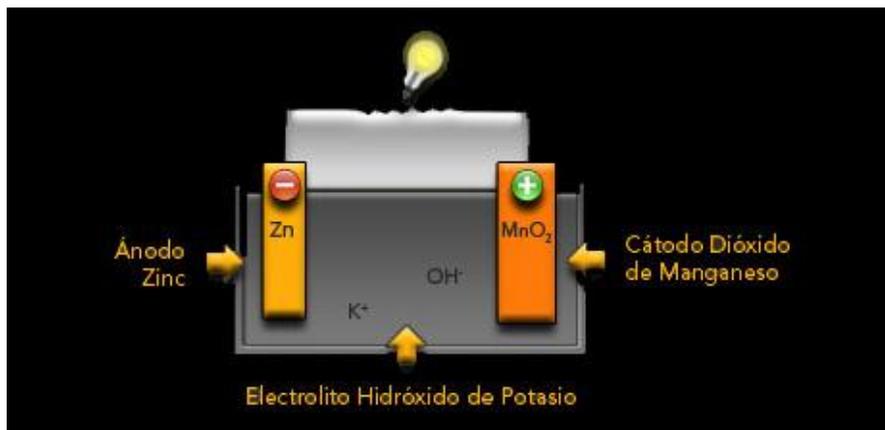


Fig. 6 Esquemas representativos de las distribuciones internas de las pilas alcalinas. (Smith & Vincent, 2002)

En la siguiente figura 7 se representa la función de cada componente de la pila alcalina.



http://www.duracell.com.co/que_es_bateria.aspx#preg3

Figura 7. Representación del interior de una pila alcalina

El ánodo en una pila alcalina está compuesto de metal de zinc (Zn), es el polo con carga negativa y está conectado al terminal (-) de una pila terminada. El zinc tiene la tendencia a perder electrones cuando entra en reacción. Por lo tanto, durante una reacción química, el ánodo (zinc) libera electrones al circuito externo. Esta pérdida de electrones es denominada oxidación y ocurre en el ánodo. La reacción neta del ánodo convierte el metal de zinc en óxido de zinc.

La reacción química que ocurre en el ánodo es como sigue:



El cátodo en una pila alcalina está compuesto de dióxido de manganeso (MnO_2). El cátodo es el polo con carga positiva y está conectado al terminal (+) de una pila terminada. El dióxido de manganeso tiene la tendencia a ganar electrones cuando entra en reacción. Por lo tanto, durante una reacción química, el cátodo (dióxido de manganeso) gana electrones. El proceso de ganar electrones se denomina reducción. La reacción neta del cátodo convierte el dióxido de manganeso a una forma reducida. Esta reacción libera hidróxido en el electrolito. Para equilibrar esta reacción con la reacción del ánodo, deben reaccionar dos moléculas de MnO_2 por cada átomo de zinc.

La reacción química que ocurre en el cátodo es como sigue:



El electrolito en una pila alcalina es una solución acuosa compuesta de hidróxido de potasio (KOH).

Como se ha dicho hay pilas o baterías "recargables" que carecen de mercurio. Sin embargo contienen níquel y cadmio, dos metales pesados altamente tóxicos. La exposición al níquel puede destruir los tejidos de las membranas nasales. Mientras los estudios sobre el cadmio, lo califican como cancerígeno y causante de trastornos en el aparato digestivo. Entonces ¿qué pilas convienen más? Analiza brevemente la tabla 2.

Tabla 2. Tipos de pilas o baterías.

Tipo de Batería	Ánodo (+)	Electrolito	Cátodo (-)	USOS
Zinc-Carbono	Lamina de Zinc $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$	$NH_4Cl/ZnCl_2$	Dióxido de Manganeso, Grafito (mezcla) $2NH_4^{+}_{(aq)} + 2MnO_{2(s)} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_{3(s)} + H_2O_{(l)} + 2NH_{3(aq)}$	Se usan frecuentemente en pequeños aparatos de propósito especial (radios, grabadoras, relojes, etc.), de bajo costo y moderado rendimiento. con un potencial de 1.5 V
Alcalina	Polvo de Zinc $Zn_{(s)} + 2(OH)^{-}_{(aq)} \rightarrow Zn(OH)_{2(s)} + 2e^{-}$	KOH	Dióxido de Manganeso, Grafito (mezcla) $2MnO_{2(s)} + H_2O_{(l)} + 2e^{-} \rightarrow Mn_2O_{3(s)} + 2(OH)^{-}_{(aq)}$	Versión mejorada de la pila Zn-C, mayor rendimiento, mas costosa. Con un potencial de 1.5 V
Oxido de Plata	Polvo de Zinc $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$	KOH/NaOH	Óxido de plata, Grafito (mezcla) $Ag_2O_{(s)} + 2e^{-}$	Se usaron anteriormente como pilas para calculadoras, cámaras

			$\rightarrow 2Ag_{(s)}$	audífonos, otros. Se suspendieron por ser fuertes contaminantes de Hg. Su potencial es de 1.35 V
Litio	<p>Lamina de Litio</p> $Li_{(s)} \rightarrow Li^+ + 1e^-$	Solvente orgánico, sal de litio	<p>Dióxido de Manganeso, Grafito (mezcla)</p> $MnO_2 + C + 2e^- \rightarrow Mn_2O_3_{(s)} + 2(OH)^-_{(aq)} + C$	Mayor eficiencia, con varios cátodos, oscila el potencial entre 1.5 y 3.6V. Son costosas.
Niquel-Cadmio	<p>Cadmio</p> $Cd_{(s)} \rightarrow Cd^{2+} + 2e^-$ <p>Niquel</p> $Ni_{(s)} \rightarrow Ni^{2+} + 2e^-$ $Ni_{(s)} \rightarrow Ni^{3+} + 3e^-$	KOH	$Ni^{2+} + 1e^- \rightarrow Ni^{3+}$ <p>NiO(OH)</p>	Se usan en estabilizadores, baterías recargables de celulares, equipos informáticos, etc. Su potencial es variado. 1.5 V y 8.4V
Niquel-Hidruro Metálico	<p>AB₂ (Compuesto Intermetálico)</p>	KOH	$Ni^{2+} + 1e^- \rightarrow Ni^{3+}$ <p>NiO(OH)</p>	Se usan en estabilizadores, baterías recargables de celulares, equipos informáticos, etc. Su potencial es de 1.5 V y 9 V
				Usados

Ión Litio	C, Li_x	Solvente orgánico , sal de litio	Li_(1-x)M_nO_p	frecuentemente en equipos portátiles, son células de alto rendimiento, su potencial oscila entre 3.6 y 3.7, de bajo impacto ambiental.
Plomo-ácido	Pb	H₂SO₄	PbO + 2e⁻ → Mn₂O_{3(s)} + 2(OH)⁻	Generalmente se usan como baterías de reserva, alta toxicidad, fácil reciclado. De potencial 2 V.

Actividad 7.

Teniendo en cuenta la información anterior discute con tus compañeros(as) de clase:

1. ¿Cuál es el aporte a la humanidad hecho al diseñar las pilas o baterías?
 2. ¿Cuándo las pilas se agotan, cesa la reacción que produce electricidad?
 3. ¿Cuáles son las razones por las que se considera una pila un agente contaminante?
 4. ¿Qué propiedades tienen los metales usados en las pilas? Revisa conductividad, potencial de ionización, calor específico, ubicación en la serie electrolítica.
 5. ¿Cuáles son los retos actualmente para el diseño de pilas?, ¿qué metales sugieres se pueden usar? Explica tu respuesta.
- f. Indicaciones para el profesor/profesora

En este aparte lo importante es establecer las relaciones CTS, debido a que las pilas y acumuladores revolucionaron el mundo en cuanto a los desarrollos tecnológicos producidos, nadie imagina un mundo sin fuente de luz, calor, sonido o movimiento. Esto se debe a estos pequeños artefactos.

Usando las preguntas del final de la lectura, permitir la discusión en pequeños grupos y luego en una plenaria discutir sobre las propiedades de los metales y su capacidad de conductividad para sugerir algunos posibles materiales que sustituyan a los usados actualmente, teniendo en cuenta abundancia, economía en su obtención y compuestos producidos, para establecer algunos factores que pueden incidir en la salud.

Se sugiere además visitar las siguientes direcciones como complemento del trabajo desarrollado.

<http://www.eveready.com/about-us/Pages/how-batteries-work.aspx>

<http://www.howstuffworks.com/battery.htm>

<http://www.youtube.com/watch?v=OTFRFTX4pyI>

<http://www.youtube.com/watch?v=HJrNCjVSOgk>

3.4 Cierre de la Unidad Didáctica.

- *Objetivo.* Identificar adecuadamente los componentes de una celda electrolytica y funciones químicas de las sustancias que intervienen.

Actividad 8. REPRESENTANDO LAS SEMIREACCIONES

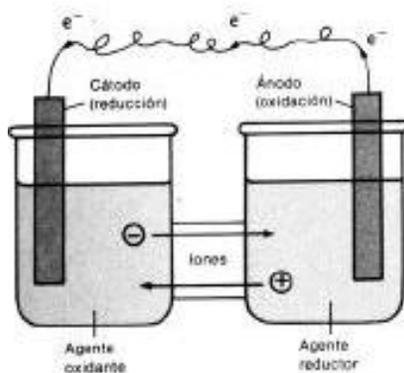
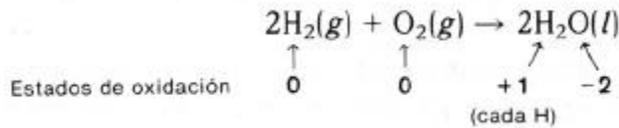


Fig.8 representación celda galvánica

La **batería electroquímica**, llamada también **celda galvánica**, es un dispositivo que funciona mediante una reacción de óxido reducción en donde la sustancia oxidante está separada de la reductora de manera que los electrones deben atravesar un alambre de la sustancia reductora hacia la oxidante (ver figura 6).

Como ya se había dicho en una instancia anterior, en una batería el agente reductor pierde electrones (que fluyen a través del alambre hacia el agente

oxidante) y por tanto oxida. El electrodo en donde se verifica la oxidación se llama **ánodo**. En el otro electrodo la sustancia oxidante gana electrones y por tanto se reduce. El electrodo en que se verifica la reducción se llama **cátodo**. Se ha visto que las reacciones de óxido-reducción se emplean para generar corriente eléctrica. De hecho este tipo de reacciones se usa para producir corriente eléctrica en muchos vehículos espaciales. Una reacción de óxido-reducción que se emplea con este fin es la del hidrógeno con el oxígeno para formar agua.



Obsérvese que según los cambios de estado de oxidación en esta reacción el hidrógeno se oxida y el oxígeno se reduce. También se puede efectuar el proceso inverso haciendo que una corriente *pase* a través del agua para producir hidrógeno y oxígeno gaseosos.



Este proceso es *en el cual se emplea energía eléctrica para producir un cambio químico es llamado Electrólisis*.

Ver: <http://hyperphysics.phy-astr.qsu.edu/hbase/chemical/electrochem.html>

Una celda electrolítica es representada por los **diagramas de celda**, éstos son los modelos científicos que permiten establecer qué materiales son los que están funcionando como electrodos y quienes como electrolitos, de manera que permiten la escritura de las semi reacciones.

Los electrodos o colectores inertes se escriben en los extremos del diagrama, las sustancias insolubles o gases se colocan en el interior adyacente a los metales, y las especies solubles en el medio del diagrama. En un diagrama completo se escriben los estados de agregación y las concentraciones y actividades de todos los materiales solubles. En un diagrama abreviado puede obviarse esta información mientras no sea necesaria.

Una frontera de fase se indica con una línea vertical, una línea vertical discontinua indica la unión de dos fases líquidas miscibles, dos líneas verticales

discontinuas indican la unión entre dos fases líquidas miscibles donde se ha eliminado el potencial de unión, se separan con comas(,) las diferentes especies solubles en la misma fase. En la figura 7, se presenta un ejemplo de lo dicho (figura 9).

Completo	$\text{Pt}_{\text{I}}(\text{s}) \text{Zn}(\text{s}) \text{Zn}^{2+}(a_{\text{Zn}^{2+}} = 0,35) \text{Cu}^{2+}(a_{\text{Cu}^{2+}} = 0,49) \text{Cu}(\text{s}) \text{Pt}_{\text{II}}(\text{s})$
Abreviado	$\text{Zn} \text{Zn}^{2+} \text{Cu}^{2+} \text{Cu}$
Completo	$\text{Pt} \text{H}_2(\text{g}, p = 0,80) \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}, a = 0,42) \text{Hg}_2\text{SO}_4(\text{s}) \text{Hg}(\text{l})$
Abreviado	$\text{Pt} \text{H}_2 \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \text{Hg}_2\text{SO}_4(\text{s}) \text{Hg}$
Completo	$\text{Ag}(\text{s}) \text{AgCl}(\text{s}) \text{FeCl}_2(m = 0,540), \text{FeCl}_3(m = 0,221) \text{Pt}$
Abreviado	$\text{Ag} \text{AgCl}(\text{s}) \text{FeCl}_2(\text{aq}), \text{FeCl}_3(\text{aq}) \text{Pt}$

Fig. 9. Ejemplos de representaciones de diagramas de celda.

Con tus compañeros de clase, establece las dos semi reacciones que explican la fase intermedia en la que se identifican a los agentes oxidantes y reductores en la electrólisis del agua (actividad 1).

De acuerdo con los ejemplos de la figura 7. Establece los componentes de los electrodos y el medio inerte.

Toma uno de los ejemplos y ubica de acuerdo con la información, los referentes representados aquí.

g. Indicaciones para el profesor/profesora

En este aparte se sugiere hacer el acompañamiento para establecer las semi reacciones que representan la transferencia de electrones tanto en el fenómeno de composición del agua, como en su descomposición. Haciendo énfasis en las explicaciones elaboradas en la actividad 1 en donde ellos explicaron lo que sucedía en cada electrodo. A partir de esta reflexión es posible producir explicaciones más complejas sobre el cambio del indicador cuando se produce la reacción por separado de cada electrodo.

4. Evaluación de competencia de pensamiento científico.

Se considera la evaluación como el regulador de los procesos de aprendizaje y enseñanza por considerarlos como las instancias de verificación que permiten reflexión sobre lo actuado, considerando el ejercicio de enseñar como un acto planeado, intencionado que tienen como eje formador al estudiante (Lemonié Saenz, 2009; Ibáñez y Gómez, 2005; Bordas y Cabrera, 2001).

En esta dirección, las competencias científicas son entendidas como aquellas acciones que evidencian una capacidad para usar recursos intelectuales y del medio para afrontar una situación en la que se requiere establecer una ruta de solución pensada, planeada, en donde se requiere indagar, explorar, formular, manipular (Quintanilla, 2006) y de ser posible transformar el entorno y las concepciones que sobre el mundo se haya elaborado.

A este respecto, se consideran muy importantes la identificación de problemas científicos, comunicación de las ideas, problematización e identificación de tipologías de competencias y evaluación de la experiencia con los y las estudiantes, las cuales se señalan en la tabla 2, 3 y 4, respectivamente.

Tabla 3. Identificación de problemas científicos y comunicación de ideas

Identificación de un "problema científico"		<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo se mueven los electrones de un lado a otro para que se produzca la corriente eléctrica? 2. ¿Cuándo se agota una pila?, ¿Tiene algo que ver las reacciones químicas de oxidación y reducción?
Seleccionar tipología o dimensión del problema	Conceptual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reacciones oxido reducción, migración iónica, energía química, disoluciones electrolíticas. 2. Descomposición de sustancias por electricidad. Acumuladores y pilas.
	Procedimental	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relación de las experiencias prácticas con los sistemas teóricos que explican las reacciones de oxido reducción y descomposición de sustancias por electricidad. 2. Lectura y escritura sobre factores incidentes en las relaciones CTS de las celdas electroquímicas y el medio ambiente.
	Actitudinal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocimiento de diferentes tipos y niveles de explicación sobre el funcionamiento de las celdas electrolíticas.

		<ol style="list-style-type: none"> Respeto por el trabajo individual y colectivo así como las posturas entre pares académicos. Reconocimiento de los aportes científico-tecnológicos en pro del mejoramiento de la calidad de vida de las sociedades.
Identificar la teoría científica que subyace	Reacciones de oxido reducción en disoluciones electrolíticas.	
Identificar el plano de desarrollo en que está formulado inicialmente el problema científico desde la Naturaleza de las Ciencias	Plano instrumental u operativo	<ol style="list-style-type: none"> ¿Cómo se transporta la electricidad entre los electrodos? ¿Cómo se almacena energía química que se transforma en energía eléctrica? ¿Qué materiales son más eficientes para aumentar el tiempo de duración de una pila o acumulador?
	Plano personal o significativo	<ol style="list-style-type: none"> ¿Qué ventajas industriales posee el desarrollo de pilas recargables? ¿Qué desventajas medioambientales y de salud representan la acumulación de pilas agotadas?
	Plano social o cultural	<ol style="list-style-type: none"> ¿Qué aportes se pueden establecer sobre el uso de baterías y acumuladores en el desarrollo de la metalmeccánica?

Tabla 4. Problematización e identificación de tipologías de competencias

Vincular el tipo de problema con algún tipo de competencia específica que se quiera desarrollar	<ol style="list-style-type: none"> Sobre la electroquímica y la electrólisis los estudiantes puedan observar, registrar, representar e interpretar el comportamiento de las disoluciones electrolíticas. Infieran a partir de las experiencias fenomenológicas, los modelos molares, moleculares e iónicos que se han desarrollado para explicar fenómenos. Construyan y comuniquen explicaciones sobre la electrólisis del agua, y la electrodeposición del yodo.
Comunicar a los y las estudiantes el tipo de	<ul style="list-style-type: none"> Observar: usar los sentidos e instrumentos para registrar fenómenos, objetos y procesos. Registrar: obtener, exponer y presentar datos, hallazgos y conclusiones.

<p>competencia científica y sugerencia para resolver el problema enunciado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inferir: elaborar juicios basándose en observaciones y experiencias. • Formular hipótesis: plantear un problema en forma de pregunta, predicción o explicación que pueda verificarse mediante un proceso de experimentación. • Construir modelos: describir y explicar las relaciones entre distintas ideas usando representaciones matemáticas o gráficas generalmente simplificadas. • Interpretar: analizar la información y ofrecer explicaciones, organizar datos, sacar conclusiones y hacer predicciones. • Argumentar: Operación lógica en la que se determina la fundamentación de un juicio o razonamiento de partida, mediante el establecimiento de relaciones entre otros conceptos y juicios conocidos anteriormente. • Explicar: exponer detalladamente las causas, razones o mecanismos de un objeto, fenómeno o proceso determinado, de modo que exprese las relaciones entre todas sus características conocidas. • Comunicar: Expresar información de diversas formas: oral, escrita, visual (gráficas, diagramas, ecuaciones, tablas, etc.) 	
<p>Enseñar a los y las estudiantes a identificar el plano de análisis en el que reflexionan el problema científico</p>	<p>Plano instrumental u operativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calcular algoritmos fundamentales debidamente fundamentados.
	<p>Plano personal o significativo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué nuevos modelos puedo construir sobre la electrólisis a partir de la realización de las experiencias prácticas?
	<p>Plano social o cultural</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Socialización, contrastación, argumentación, negociación y consenso de modelos descriptivos y explicativos acerca del fenómeno de la electrólisis y la electrodeposición
<p>Identificar con los y las estudiantes el marco teórico, procedimental y los recursos que posibilitan a</p>	<p>Marco teórico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disoluciones electrolíticas (electrolitos), flujo de corriente, ánodo, cátodo, ionización, reacciones de oxido reducción.
	<p>Marco</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Experiencias prácticas y ejercicios de socialización

enfrentarse a resolver el problema (algorítmicos y heurísticos)	procedimental	
	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> • Material documental para la realización de las actividades. • Materiales para la construcción del artefacto involucrado en la actividad experimental.

Tabla 5. Evaluación de la experiencia con el estudiantado.

¿Qué desarrollo de pensamiento potenció la Problemática presentada? ¿En qué planos de desarrollo lo situamos?	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles fueron los criterios para evaluar de manera formadora el problema científico?
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo fue enfrentado el problema científico? ¿Cómo lo superaron?
	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles fueron las mayores dificultades de análisis de las problemáticas presentadas? ¿Cómo se pueden superar?

4. Reflexiones sobre la aplicación de la UNIDAD DIDÁCTICA.

La UD sobre electroquímica tiene la pretensión de involucrar aspectos transversales de la química desde los niveles molar, molecular e iónico de las reacciones en medios acuosos en los que se puede poner en juego los conceptos fundamentales en química como elemento, compuesto, molécula, e ión. Y el proceso que determina la presencia de unos y otros, las reacciones.

Iniciando con una contextualización que provienen de la interpretación que se le ha dado a los documentos con valor histórico con respecto al tema que nos ocupa, la descomposición de sustancias por medio de la electricidad tal como tituló su publicación Michel Faraday en 1834. Sumándose a lo fenomenológico, la reacción en sí observable sólo por la presencia de burbujas, cuya interpretación ha sido y sigue siendo de importancia en el desarrollo tecnológico de aparatos generadores de energía para otros artefactos de uso cotidiano como los celulares, radio, linternas, automóviles, entre otros.

Fundamentando el desarrollo social de las ciencias tal como lo menciona Barona (1992), como una actividad humana, dependiente de las necesidades sociales, económicas y políticas de un periodo histórico en particular. Producto del trabajo

de equipos de personas que estudiando sobre el mismo objeto de análisis elaboraron explicaciones similares.

6. Referencias bibliográficas

A continuación se listan, las principales referencias bibliográficas que se tuvieron en cuenta para la construcción de ésta unidad didáctica, algunas de las cuales se han citado en el desarrollo del texto, y que esperamos sirvan de apoyo a los (as) colegas y estudiantes para profundizar en su comprensión.

- Adúriz B, & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1 (3), <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero3/Art1.pdf>
- Gil Perez, D., Carrascosa Alís, J. Y Martínez Terrades, F. (1999). El Surgimiento de la Didáctica de las Ciencias Como Campo Específico de Conocimientos. *Educación y Pedagogía*. 11(25), pp. 15-47
- Brock, W.H. (1998). *Historia de la química*. Madrid: Alianza S.A.
- Carrascosa Alis, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 2, Nº 3, pp. 388-402
- Faraday, M (1834) . On Electrycal Decomposition. http://chimie.scola.acparis.fr/sitedechimie/hist_chi/text_origin/faraday/Faraday-electrochem.htm
- Fernández, J. Elortegui, N. Rodríguez, J. Moreno, T. (2002). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Diada Editora.
- Giere, R. N. (1992). *La Explicación de la Ciencia*. Un Acercamiento Cognoscitivo. Colección Ciencia Básica. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Jensen, W. B. (1998a). Logic, history and the chemistry textbooks I: Does chemistry have a logical structure? *Journal of Chemical Education*, Vol. 75, No. 6, 679 – 687.

- Jensen, W. B. (1998b). Logic, history and the chemistry textbooks II. Can we unuddle the chemistry textbook? *Journal of Chemical Education*, Vol. 75, No. 7, 917 – 828.
- Jensen, W. B. (1998b). Logic, history and the chemistry textbooks III: One chemical revolution or tree? *Journal of Chemical Education*, Vol. 75, No. 8, 961 – 969.
- Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoría*, Vol 13. URL: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/299/29901314.pdf>
- Quintanilla G. M. (2006). Capítulo 1. Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas. Ediciones Universidad Católica de Chile. Chile.
- Volta, A. (1800). <http://www.chemteam.info/Chem-History/Volta-1800.html>
- Sanmartí, N. (2005). *La unidad didáctica en el paradigma constructivista*, en Couso, D. Badillo, E. Perafán, G. Adúriz-Bravo, A. (compiladores). *Unidades didácticas en ciencias y matemáticas*. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.

6. Bibliografía sugerida al profesor/la profesora.

- Eddgen P.& Kvittingen L. (2004). A Small-scale and low-cost apparatus for electrolysis of wáter. *Journal of Chemical Education*. 81(9) URL: JChemEd.chem.wisc.edu
- Izquierdo M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Revista Enseñanza de las ciencias*. 23(1), pp.111-122
- Ibáñez, V. y Gómez Alemany, I.(2005). La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la clase de ciencias: Análisis de una experiencia. *Enseñanza de las ciencias* 23(1),pp. 97–110 URL: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v23n1p97.pdf>
- Lemonié Saenz, J. (2009). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales*. Santiago de Chile: Salesianos impresores. UNESCO. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275S.pdf>

- Smith, M. & Vincent, C. (2001). Structure and content of some primary batteries. *Journal of Chemical Education*. 78(4) URL: JChemEd.chem.wisc.edu
- Smith, M. & Vincent, C. (2002). Why do some batteries last longer than others?. *Journal of Chemical Education*. 79(7) URL: JChemEd.chem.wisc.edu
- Smith, M. & Gray, F. (2010). Batteries, from cradle to grave. *Journal of Chemical Education*. 87(2) URL: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed800053u>
- Treptow, R. (2002). The lead-acid battery: Its voltage in theory and in practice. *Journal of Chemical Education*. 79(3) URL: JChemEd.chem.wisc.edu

Capítulo 4

Los conceptos de calor y temperatura: Un recorrido Histórico-Social

Carmen Andrea Aristizábal Fúquene⁶

Magister en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional
Estudios de Doctorado en Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Royman Pérez Miranda⁷

Magister en Docencia de la Química-Universidad Pedagógica Nacional
Profesor del Departamento de Química-Universidad Pedagógica Nacional

Índice del capítulo

- ✓ Resumen.
- ✓ Presentación.
- ✓ Estado actual de los conceptos de calor y temperatura.
 - ✓ Planificación docente.
 - ✓ Desarrollo de la Unidad Didáctica.
- ✓ Cuestionario de concepciones alternativas.
 - ✓ Asignación de trabajos.
 - ✓ Elaboración de metarelatos.
- ✓ Introducción de nuevos conocimientos.
- ✓ Evaluación de Competencias de Pensamiento Científico.
 - ✓ Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.
 - ✓ Referencias bibliográficas.

⁶ andrea_aristizabal@hotmail.com

⁷ royman@pedagogica.edu.co

RESUMEN.

Este capítulo describe el diseño de una unidad didáctica sobre los conceptos de calor y temperatura enmarcados en los principios centrales de la termodinámica y de la construcción histórica de los conceptos fundamentales referidos. Con este diseño y el desarrollo de las actividades propuestas se pretende propiciar en los y las estudiantes el perfeccionamiento de sus competencias interpretar, argumentar, proponer, escribir y hablar desde el lenguaje propio de esta disciplina científica.

1. PRESENTACION

Los conceptos de calor y temperatura: Un recorrido Histórico. Desde los tiempos primitivos, el ser humano ha utilizado para su servicio los efectos del fuego, pero solo a partir de la edad media se prestó especial atención, para iniciar una conceptualización acerca de las nociones sobre calor y la temperatura.

A continuación se presenta un estudio histórico de las diferentes propuestas que se han elaborado alrededor de dichos conceptos, teniendo en cuenta los trabajos de Fahrenheit (1724), B. Thomson (1798), J. Black (1803), J. Mayer (1842), J. Watt (1765), S. Carnot (1825), J. Joule (1845), R. Clausius (1850) y W. Thomson "Lord Kelvin" (1882).

En este orden de ideas, la necesidad de medir el calor condujo a la construcción del primer termómetro por parte de Amontons (Fahrenheit, 1724), quien concluyó que las diversas sustancias con las cuales trabajó, hervían a grados fijos de calor. Años más tarde en su inquietud por comprobar este fenómeno, Daniel Fahrenheit (1724), tomó como base el barómetro de Torricelli para construir un termómetro para ello tuvo en cuenta que la altura de la columna del mercurio variaba con la temperatura propia del lugar en el que se hacía la lectura. Encontró que la variación de los resultados dependía del tipo de líquido.

Para la construcción de este termómetro tomó como referente dos puntos como el de congelación de mezcla de sal de amonio en agua, la temperatura más baja que se podía obtener en el laboratorio, mezclándola con hielo y lo comparo con la temperatura límite de calor encontrado en la sangre de un hombre saludable, dividió la distancia que recorría el mercurio en el tubo entre estos dos estados en 96 partes iguales. Con este prototipo de termómetro se consiguió medir la variación de la temperatura de ebullición del agua a la presión del aire del ambiente y demostró que todos los líquidos tienen un punto de ebullición característico.

Para la época que aún no era clara la naturaleza del calor, era considerado una sustancia material. Pruebas en contra de ésta concepción fueron dadas por Benjamín Thomson (1798), cuando trabajaba en la industria de cañones para el arsenal militar Munich. En el proceso de taladreo fue sorprendido por los considerables **grados de calor** que se desprendía en esta operación de taladreo de los metales con los que se trabajaba en esta industria y del calor de las virutas que se desprendían. Analizando este fenómeno se interesó por la naturaleza oculta del calor. Pese a las virutas desprendidas, las calientes y las frías. Encontró que pesaban lo mismo y formulo las preguntas ¿De dónde viene el calor producido por las acciones mecánicas?, ¿qué es el calor?, ¿hay algo que pueda llamarse propiamente calórico?

El conocimiento sobre el calor, que había sido logrado con el uso del termómetro, es el de su distribución entre diferentes cuerpos. Joseph Black (1763), determina que el calor logra un estado de equilibrio, cuando termina toda su distribución, por tanto su concepción de calor en el momento es alrededor de algo material” que llamo Calórico. Al realizar varios experimentos con mercurio y agua en diferentes proporciones con el fin de determinar cuánto aumentaba o disminuía la temperatura de uno en relación con la del otro, encontró que la *materia del calor* distribuida también variaba.

Antes de Black se pensaba que la intensidad del calor en los cuerpos era directamente proporcional a la masa y cuando tenían la misma masa era directamente proporcional a la densidad, sin embargo, estas concepciones eran erradas para Black, a lo cual propone: “Que la cantidad de calor que diferentes clases de materia pueden recibir para llevarlas a un equilibrio no están en relación con la cantidad de materia de cada una, sino en relaciones lejanamente diferentes, considerando que no es un principio general”.

Para ello experimenta con agua y azogue (mercurio), dispone de la misma cantidad de cada uno, pero el agua ebulle a 100° y el azogue a 150°, cuando se mezclan los dos se espera que llegue al equilibrio a 125° ya que es el promedio de las dos temperaturas, sin embargo, los resultados fueron diferentes, la temperatura final de la mezcla fue de 120°, donde el agua gano 20° de materia calórica y el azogue perdió 30° de la misma. De acuerdo con lo anterior concluyó que la cantidad de materia calórica que el agua ha ganado es la misma que el azogue ha perdido, por lo tanto, la materia de calor tiene mas efecto en calentar azogue que en calentar la misma cantidad de agua. Realizó otro experimento al prender una fogata y al colocar a iguales distancias la misma cantidad de agua y azogue con un termómetro en cada una. Encontró que el mercurio se calentaba dos veces más rápido que el agua y al hacerle pasar una corriente de aire, el azogue igualmente se enfriaba mas rápido, perdiendo y ganando materia calórica mas rápidamente. Concluyó que diferentes cuerpos, aunque sean del mismo

tamaño, aún del mismo peso, cuando son reducidos a la misma *temperatura o grado de calor*, cualquiera que sea, pueden contener muy diferentes *cantidades de materia de calor*, cuyas cantidades diferentes son necesarias para llevarlas a equilibrio con otro y lo llamó **capacidad calorífica**, a pesar de ello, J. Black continuó empleando indiscriminadamente los términos de calor, temperatura o materia calórica para referirse a lo mismo.

La concepción del calórico se mantuvo hasta la década de 1840, cuando Julius Mayer (1842), a partir de los procesos metabólicos planteó la relación entre el consumo de alimentos, el calor producido y el trabajo hecho. En este sentido, llegó a la conclusión de que el trabajo y el calor podían ser interconvertidos y los consideró como formas a las que llamó fuerzas, las cuales son indestructibles, e imponderables.

Mayer recurría a la teoría causa-efecto de las fuerzas de Newton para explicar ciertos fenómenos, en este caso sobre la teoría del calor estableció las relaciones causa-efecto en relación con el movimiento. Al frotar dos placas metálicas, se evidencia el calentamiento de las mismas, sin ninguna pérdida de peso, se pregunta si el movimiento es la causa del calor o el movimiento no tiene ningún otro efecto que la producción de calor y el calor no tiene otra causa que el movimiento, en consecuencia asume que el calor producido por el movimiento no es material. Mayer escribe artículos al respecto pero como éstos estaban en términos metafísicos no tuvieron éxito.

Por otro lado, sobre el problema de J. Watts (1736-1819) sobre la eficacia termodinámica de la máquina de vapor y cuyas propuestas no fueron admitidas por la comunidad científica de la época, en 1824 S. Carnot (1796 – 1832) la resolvió postulando una máquina que funcionaba en un ciclo ideal reversible. Para ello era necesario construir un artefacto capaz de producir fuerza motriz; con este propósito fue concebida una máquina ideal, en la cual toda la energía suministrada pudiera ser convertida en trabajo útil, este fue el punto de partida para el hombre de ciencia a comienzos del siglo XVII.

Nicolas Sadi Carnot, a sus 28 años publica su obra maestra: Reflexiones sobre el poder motriz del calor y el fuego (1824), dirigió su especial interés hacia el gran símbolo de la época, el carruaje de fuego de la revolución industrial: la máquina del vapor.

Carnot, propone que donde sea que exista una diferencia de temperatura es posible reestablecer el equilibrio calórico y también es posible producir una fuerza impulsora. El vapor es un medio para realizar esta fuerza, pero no es el único, todas las sustancias pueden ser cambiadas en cuanto a volumen en contracciones y dilataciones a consecuencia del calor y el frío, este cambio de

volumen puede ser aprovechado para realizar una fuerza propulsora o de movimiento, en el caso de la dilatación de un sólido este aumenta su longitud y un cuerpo que esté en el extremo de este puede ser movido. La alternancia de calentamiento y enfriamiento en un gas dio origen a la máquina de vapor, según Carnot se puede producir fuerza motriz cuando el calórico pasa de un cuerpo caliente a uno frío (evidencia del calor como fluido).

La analogía entre el calor como fluido fue desarrollada por Carnot. La fuerza motriz es producida por el calor fluyendo de una caldera caliente, con una rueda hidráulica, en la cual la fuerza motriz está producida por agua que cae de un alto nivel. Esta analogía le llevó a la conclusión de que exactamente como en el caso de la rueda hidráulica, en que la cantidad de fuerza motriz suministrada por una cierta cantidad de agua aumenta en proporción a la diferencia entre los niveles de agua por encima y por debajo de la rueda, la cantidad de energía mecánica que puede ser producida por una máquina de vapor debe ser proporcional a la diferencia de temperatura entre la caldera donde se origina el calor y el refrigerador donde se condensa.

Según Carnot en su máquina ideal es posible producir una cantidad de fuerza motriz más grande de la que se ha hecho producir en la primera serie de operaciones y sería posible desviar una pequeña porción de fuerza para que el calórico del refrigerante regrese al horno o caldera para restaurar las condiciones iniciales y así estar listo con un nuevo ciclo de operaciones; de esta forma no solo se tendría movimiento perpetuo sino una creación ilimitada de fuerza motriz y sin consumo de calórico. Esta teoría no es aceptada por las leyes de la mecánica y de la física. Sin embargo, concluye que: "La máxima fuerza motriz que se puede obtener a partir de vapor es también la máxima fuerza motriz que se puede realizar por cualquier otro medio". La naturaleza del calor no era bien entendida, se aceptaba la teoría calórica del calor. El calórico era para entonces una sustancia fluida e incluso para Lavoisier era un elemento químico.

El trabajo realizado por Carnot se halla fundamentado en teorías experimentales llevadas a cabo en ese tiempo como fueron: las leyes de Mariotte, Gay Lussac, Dalton y Joseph Loschmidt. Los estudios de Carnot se basaron en una transformación cíclica y reversible, conocido en la actualidad como ciclo de Carnot. Este ciclo se compone de cuatro etapas:

Etapas 1. Expansión isotérmica

Etapas 3. Compresión isotérmica

Etapas 2. Expansión adiabática.

Etapas 4. Compresión adiabática.

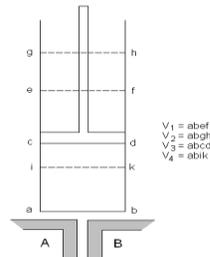
Y se resume de la siguiente manera en la **tabla 1**:

Etapa	Estado inicial	Estado final	Primera ley
1	T_1, P_1, V_1	T_1, P_2, V_2	$\Delta U_1 = Q_1 - W_1$
2	T_1, P_2, V_2	T_2, P_3, V_3	$\Delta U_2 = -W_2$
3	T_2, P_3, V_3	T_2, P_4, V_4	$\Delta U_3 = Q_2 - W_3$
4	T_2, P_4, V_4	T_1, P_1, V_1	$\Delta U_4 = -W_4$

Tabla 1. Representación de las etapas del ciclo de Carnot.

Como la masa del sistema es fija, el estado puede describirse mediante dos variables cualesquiera P, V . Un sistema de este tipo que solo produce efectos de calor y de trabajo en el medio ambiente se denomina *maquina térmica*. Una *reserva de calor* es un sistema que tiene la misma temperatura en todos sus puntos; esta temperatura no se ve afectada por una transferencia de cantidad cualquiera dada de calor hacia la reserva o de la reserva hacia los alrededores. Todo lo anterior se resume en la siguiente figura 1, como presenta el autor en su publicación: CARNOT, S. Reflections on the motive power of fire and on machines fitted to develop that power. 1824.

Figura 1. Recipiente cilíndrico de Carnot.



Con estos desarrollos, hay la necesidad de cuantificar la cantidad de calor producido por el efecto del movimiento, necesidad que se satisface con los aportes J.P. Joule (1847) sobre el problema de interconversión de calor y trabajo.

Joule, demostró que los mismos cambios de temperatura producidos al calentar una sustancia se pueden producir realizando un trabajo mecánico con ella, sin transferencia de calor (**Figura 2**). Para ello utilizó un agitador de paletas accionado por un sistemas de pesas para agitar el líquido, la energía potencial de los pesas se convertía en energía cinética del liquido, disminuyendo su viscosidad y aumentando su temperatura. Determinó que para elevar en un

grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua, son necesarias 772 libras por pie² de energía mecánica.(Joule, 1845).

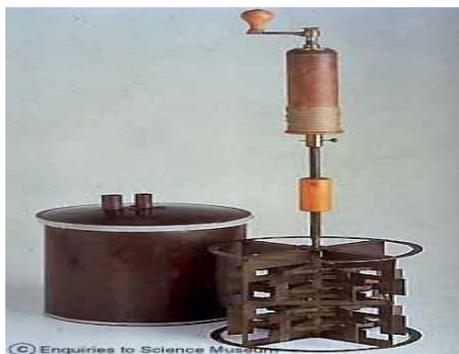


Figura 2. Aparato utilizado por Joule en sus experimentos.

Para esta época la situación de la teoría del calor es crítica, puesto que la afirmación hecha por Carnot, en la que todo el calor aparece como trabajo mecánico y se mantiene invariable realizado por la máquina ideal reversible, es refutada por Joule al afirmar que parte del calor se pierde y que su equivalente aparece como trabajo mecánico realizado por la máquina de vapor, además muestra la conversión de energía cinética en energía que produce calor.

A su vez, J. Joule planteó que existe una relación entre la cantidad absoluta de calor y la presión generada por el sistema; habla de energía interna cuando existe una *Vis viva* (concepto primitivo de energía) en la materia y que el calor no es un fluido sino la transferencia de *Vis Viva*.

Contemporáneamente, R. Clausius (1850) acredita a J. Joule (1845) el trabajo de mediciones calorimétricas cuando convierte la energía cinética en calor, a Carnot que el calor es capaz de producir fuerza motriz; si esto se negara derrumbaría toda la teoría del calor, observamos en esta afirmación que no es posible rechazar la teoría del calor, ya que, existen algunas reglas sobre aceptación y rechazo de las proposiciones fácticas y teóricas sin mencionar en esta etapa regla alguna referente a la prueba y refutación.

Si se realiza un trabajo en un sistema o se la “aplica” calor, su energía debe aumentar. Sea E_1 el contenido inicial de la energía interna y E_2 la que se obtiene después ejecutar el trabajo o “aplicar” calor. Si se define una cantidad $\Delta E = E_2 - E_1$, es posible representar cuantitativamente lo que ha sucedido en el sistema:

$$E_1 + Q = E'; \text{ tal que } E' > E_1$$

$E' - W = E_2$; tal que $E_2 < E'$; por lo que

$$E_1 + Q = E_2 + W$$

$\Delta E = E_2 - E_1 = Q - W$ si

$Q = W$, entonces $\Delta E = 0$, por lo que $E_2 = E_1$, y la energía interna del sistema permanece constante.

Primera Ley de la termodinámica

$$\Delta E = Q + W$$

Basado en los estudios realizados por S. Carnot y por J. Joule, R. Clausius (1850), introduce el concepto de entropía de la siguiente forma: "...sí deseamos designar S con un nombre propio podemos decir que es la transformación del contenido del cuerpo, de la misma manera que decimos que U es el contenido de calor y trabajo del cuerpo. Sin embargo yo pienso que es mejor tomar el nombre de cantidades como estas, que son importantes para la ciencia, desde las lenguas antiguas, así ellas pueden ser introducidas sin ningún cambio en las lenguas modernas, y propuse nombrar a la magnitud S como la entropía de un cuerpo, que significa transformación, intencionalmente he formulado la palabra entropysy para hacerla lo mas similar posible a la palabra energía, así ambas cantidades, las cuales van a ser conocidas por estos nombres, están tan cercanamente la una de la otra en su significado físico. (Clausius 1879). Introduce además dos leyes de la teoría mecánica del calor:

Primera Ley: La energía del universo es constante.

Segunda Ley: La entropía del universo tiende a un máximo.

ESTADO ACTUAL DE LOS CONCEPTOS CALOR Y TEMPERATURA

La teoría mecánica del calor quedó establecida por J. Mayer (1814-1878), S. Carnot (1796-1832) y J.P. Joule (1818.-1889), lo que hizo nacer la termodinámica, la primera ley, la de la conservación de la energía (Mayer y Joule), fue elaborada matemáticamente por Hermann Von Helmholtz (1831-1894) en su *Ueber die Erhaltung der Kraft*, publicado en 1847. La segunda ley relativa al sentido de las transformaciones energéticas contenida ya en el trabajo de Sadi Carnot, fue elaborada por Rudolph Clausius (1822-1888), creador del concepto de entropía, y por William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907) creador a su vez, del cero absoluto. Poco después la termodinámica fue ampliada con la teoría cinética de los gases, iniciada por Dalton, Ampère, Gay-Lussac y Avogadro después por James Clerk Maxwll (1831-1879, Willerd Gibbs (1832-1903), Ludwig Boltzmann (1844-1906) y J.D. Van der Waals (1837-1923).

Por otro lado, el concepto de calor es de gran importancia en termodinámica, y debe comprenderse para tal fin y alejarlo del concepto de tipo cotidiano que generalmente se aparta de la concepción en esta disciplina científica. Para hablar de concepto calor se debe tener en cuenta las siguientes condiciones (Castellan, 1986).

- ❖ Tener mínimo dos sistemas próximos S1 y S2.
- ❖ Los sistemas deben estar a diferentes temperaturas.
- ❖ El calor solo aparece en la frontera del sistema.
- ❖ El calor sólo se manifiesta por un efecto del entorno.

Ahora bien, es importante aclarar lo que significa un sistema termodinámico: Es una parte del espacio delimitado por una frontera y unas propiedades específicas. No se puede hablar de calor, si no se tienen en cuenta conceptos como trabajo (W) y Temperatura (T) y energía interna del sistema (U). Estos conceptos se discutieron desde el contexto histórico, por consiguiente aquí se precisarán solo las propiedades termodinámicas.

El Q y W, son funciones de trayectoria que solo aparecen en las fronteras del sistema.

U y T son funciones de estado.

2. PLANIFICACION DOCENTE

Intencionalidad: Con esta unidad didáctica se pretende propiciar en los estudiantes un marco de referencia para interpretar, argumentar y proponer modelos explicativos sobre cambios que se producen en la naturaleza sean químicos, físicos o biológicos desde la perspectiva de los conceptos de calor y temperatura. Para ello se requiere caracterizar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los conceptos de calor y temperatura a través de situaciones cotidianas y analizar y reflexionar sobre las construcciones personales de los estudiantes sobre la construcción de los meta-relatos y la nave del conocimiento desde las teorías sobre los conceptos de calor y temperatura.

Unidad Didáctica: Los conceptos de calor y Temperatura: Un recorrido Histórico Social		
Contenido Científico	Conceptual	Calor, temperatura, capacidad calorífica, trabajo, energía, energía interna, cambio de estado, entropía.
	Procedimental	✓ Indagar históricamente la evolución conceptual y metodológica de los conceptos de

		<p>calor y temperatura.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Usar las relaciones tiempo-espacio para identificar las situaciones sociales, políticas, económicas, medioambientales y culturales de la época de publicación de la teorías sobre los conceptos de calor y temperatura. ✓ Resolver problemas (misiones) mediante el manejo de información surgidos en situaciones desconocidas en el marco de lo científico y de otros contextos. ✓ Combinar información para construir su significado o proponer soluciones alternativas a los problemas formulados.
	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reconocer la importancia del sentido social de la ciencia y su relación con factores económicos, culturales, políticos y medioambientales. ✓ Desarrolla criterios para juzgar el valor del trabajo propio y el de otros. ✓ Trabaja en equipo y reconoce la contribución de los demás así como intercambia e integra ideas.
Objetivos:	Proponer modelos de solución a situaciones desconocidas a partir del uso de los conceptos de calor y temperatura.	
Objetivos específicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atribuir nuevos significados a los conceptos de calor y temperatura, próximos aceptados por la termodinámica actual. 2. Aplicar los conceptos de calor y temperatura re-significados en la solución de diversas situaciones relacionadas con estos conceptos. 3. Reconocer la relación del desarrollo de las ciencias y el entorno social-cultural que lo propiciaron. 	

<p>Aprendizajes esperados en función del estudiantado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Explican y socializan de manera diferente los hechos que dieron lugar a la construcción histórica de una teoría. - Narran de forma admisible recurriendo a la historia los hechos que dieron lugar a una teoría. - Emplean adecuadamente los conceptos científicos en términos de una explicación dada a su manera. - Recurren a explicaciones de los conceptos alejado de definiciones. - Realizan una re-contextualización histórico-social del tiempo- espacio-saber. - Argumentan los obstáculos que tuvieron que superar los científicos en la formulación de una teoría. - Hacen uso apropiado de los conceptos para resolver la nave del conocimiento. - Elaboran una interpretación de los hechos históricos que le permita asignar nuevos significados. - Interpretan la vida del científico para explicar sus aportes a la ciencia y a la sociedad. - Argumentan desde el lenguaje de la ciencia la transición de la teoría sustancialista a la mecanicista. - Otorgan nuevos significados al concepto de calor a partir de explicaciones. - Otorgan nuevos significados al concepto de temperatura a partir de explicaciones.
<p>Destinatarios</p>	<p>Estudiantes de 10 grado (Segundo o Tercer año de Educación Media)</p>
<p>Tiempo</p>	<p>8 sesiones (cada sesión de 80 min.)</p>
<p>Materiales</p>	<p>Internet y fotocopias</p>

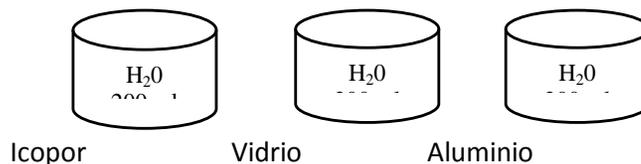
3. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDACTICA

Identificar las concepciones alternativas de los estudiantes sobre los conceptos de calor y temperatura con el siguiente cuestionario.

3.1 Cuestionario de concepciones alternativas

A continuación se plantean una serie de reflexiones que pueden ser resueltas en forma personal o cooperativa. Consulta a tu profesor en cada caso.

- a) Estimado(a) estudiante, en el diario vivir usas los siguientes términos en diferentes situaciones, explica cada uno de ellos y cómo los diferencias.
- Calor
 - Temperatura
 - Energía
- b) Cómo explicas los siguientes fenómenos:
- ¿Cuándo se mide la temperatura con el termómetro, por qué sube el líquido en el interior del mismo?
 - ¿Qué es la lluvia y cómo se produce?
 - ¿Por qué la plancha desarruga la ropa?
 - ¿Por qué cuando sales de una piscina sientes frío?
 - ¿Por qué la temperatura del cuerpo (36°C), es mayor que la del ambiente (suponga 18°C)
 - Imagina que tienes tres vasos de la misma capacidad pero de diferentes materiales (icopor, vidrio y aluminio), en ellos hay contenidos 200 ml de agua a 80 grados centígrados.



- c) ¿Por qué, al tocarlos, el recipiente de aluminio se siente *más* caliente, si todos los vasos tienen la misma cantidad agua, y están a la misma temperatura? Explica o argumenta brevemente.

Indicaciones para el docente: A partir de los resultados de las ideas alternativas de los estudiantes, se discuten con ellos el cuestionario y se identifican las frecuencias de las respuestas, sin hacer juicios valorativos, de tal manera que a partir de la discusión los estudiantes determinan sus dificultades conceptuales y metodológicas. Se busca con esta discusión que los estudiantes se cuestionen sobre sus propias respuestas. De esta manera se entraría a trabajar la reconstrucción de sus concepciones y la aproximación al trabajo científico.

3.2. Asignación de trabajos.

i. Elaboración de meta-relatos.

Un meta-relato es un género literario flexible en la que, hecha la lectura de artículos originales se puede hacer una narración de tal manera que los hechos

pueden ser contados de diferente forma sin que pierda la esencia. El término meta da la posibilidad de acceder a información de diverso tipo casi simultánea que permite destacar conceptos o eventos al que adicionalmente en folios y por aparte se hacen explicaciones más extensivas y que en el momento de la narración se puede acudir, esto en términos de informática se denomina hipervínculos, según las necesidades e intereses del narrador. El meta-relato permite ampliar un texto sobre determinado tema y enriquece tanto la lectura como la escritura, rompe linealidad de un texto dado que tiene acceso a conceptualizar paralelamente con otros contenidos produciendo una mayor interacción con ese texto.

En el meta-relato se pueden usar lenguajes paralelos o diferentes tales como: comentarios, ilustraciones, fotografías, montajes de experimentos, definiciones, conceptos, mapas conceptuales, tablas de datos, datos biográficos, cuadros sinópticos, fórmulas, ecuaciones químicas y otros; lo que hace que la narración sea más llamativa y de oportunidades da ampliar las estructuras conceptuales y metodológicas de quien lo construye.

Esta alternativa permite aproximar al estudiante a diferentes dimensiones de un relato escrito, hace uso de su razón y su entendimiento para explicar los fenómenos de la naturaleza, alimenta su curiosidad, el deseo por conocer y comprender el mundo. (Samper, 1997).

ii. ¿Cómo se hace?

1. El profesor construye y muestra a sus estudiantes su meta-relato dando las explicaciones del caso.
2. Se escoge el texto por trabajar de publicaciones originales. (organizar por grupos)
3. Se escogen las ideas o palabras claves desde esas publicaciones, sobre las cuales sería importante trabajar el meta-relato, ya sea porque son conceptos que se escuchan por primera vez o son conceptos de uso cotidiano.
4. El meta-relato como se menciono, puede abrirse a explicaciones mas extensas de conceptos o ideas claves.
5. Los materiales para la construcción de los meta-relatos son: artículos originales, biografías, libros de texto referidos a la temática planteada, para conectar unos textos con otros y contrastar las versiones de cada uno. Esto permite que la lectura y la escritura sean el primer paso de reconstrucción de las competencias interpretar, argumentar y proponer (IAP).

6. Las explicaciones extendidas del meta-relato contribuyen a reconstruir las competencias IAP dado que dan la posibilidad de construir mapas conceptuales, experimentos, cuadros sinópticos entre otros; actividades donde la creatividad juega un papel preponderante.
 7. Después de construir el meta-relato se somete a discusión en el colectivo aula, de tal manera que al final queden consignadas las conclusiones a las que se llegaron y con esto se construye un meta-relato final en consenso.
- iii. **Nave del conocimiento:** Es un instrumento que forma parte de las estrategias didácticas y pedagógicas fue propuesto por CE. Vasco (1994) también conocido como Nave Trans-sistémica. Se emplea en virtud de que el meta-relato solo permitirá realizar un trabajo histórico de los hechos que dieron lugar a la construcción de una teoría o modelo científico, en un lugar y momento determinado. Con la nave del conocimiento se pretende establecer diferentes dimensiones como lugar, tiempo y conocimiento, de tal manera que no solo se analice un hecho en particular, sino extrapolar otros hechos históricos (económicos, políticos, sociales y culturales) en distintos lugares en forma simultánea, contextualizando dicho conocimiento.

Esta nave consiste en una abstracción mental que permite ir de lo general a lo particular, de lo antiguo a lo moderno, de las ideas alternativas de las estudiantes a los conceptos estructurados y viceversa en cada uno de los casos. Es un instrumento para navegar en los procesos de evolución del universo y en la evolución de los conceptos científicos.

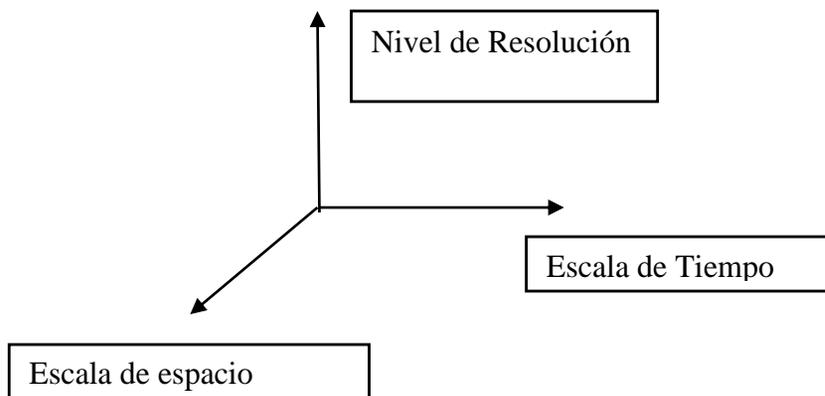
Las ventajas de la utilización de la nave del conocimiento son: (Vasco, 1994)

- Permite a los estudiantes tener una visión desde diferentes dimensiones (espacio, tiempo y orden de magnitud) del conocimiento.
- Realiza una mayor integración de conceptos y permite extenderse a otros campos más allá de los científicos
- Promueve la imaginación mediante los viajes en el tiempo y en el espacio, utilizando diferentes órdenes de magnitud.
- Se otorga una mayor importancia a la historia de las ciencias y las historias en general, en la producción del conocimiento científico

La nave del conocimiento, permite realizar tres tipos de viajes: Viajes a través del tiempo sin que se varíe la ubicación en el espacio, viajes a través del espacio sin que se varié el tiempo y viajes en los que se puede variar el tiempo y el espacio, además una componente del nivel de resolución referida al saber que tiene

implícita una ubicación espacio-tiempo. Como lo sintetiza el autor referenciado en la gráfica siguiente:

Nave del conocimiento



Con la nave del conocimiento se puede viajar en diversas dimensiones y direcciones de un macro proceso, un proceso y los subprocesos que lo componen. Se puede viajar hacia el pasado y hacia el futuro reconstruyendo los sucesos que dieron lugar a cambios en el mundo y anticiparse a predecir el futuro.

iv. Viaje en el espacio

De acuerdo con lo explicitado en los párrafos anteriores, cuando la nave viaja en línea recta y se aleja de la tierra, mirando por un anillo pequeño hacia ella, en la medida que se aleja, se aumenta el área de lo que se está mirando, primero se observa una área de tierra, luego las zonas costeras, el continente, los continentes y si se aleja lo suficiente, se observará todo el hemisferio.

Este viaje en el espacio le permite, dependiendo de la altura, observar dos o más sitios distantes entre sí, que en el ámbito académico le permitiría reconstruir dos o más sucesos contemporáneos en diferentes lugares.

v. Viaje en el tiempo

Siguiendo lo anotado con respecto al tiempo, se dispone que la nave posee un dispositivo de movimiento en escala temporal, que le permite viajar hacia el pasado o hacia el futuro, donde puede observar lo que ocurre sin interactuar con los sucesos del momento, solo puede afectar su presente.

A continuación se narra un modelo de meta-relato que le permita a los estudiantes tener una base de cómo se construye y cómo se narra una historia que implica todo un proceso de reconstrucción-construcción de las competencias IAP, de acuerdo con el temática objeto de trabajo.

vi. COLAPSO EN EL CEDROPLANET (Para el nombre del planeta se sugiere el nombre de la Institución Educativa)

En cuanto al meta-relato y de acuerdo con lo establecido anteriormente supónganse que: Un grupo de cedronautas aterriza en el planeta tierra, cuentan con una nave muy poderosa que puede viajar en el *tiempo* y en el *espacio*, en todas las *direcciones*.

Los cedronautas provienen del cedroplanet, que es un planeta muy parecido a la tierra y son relativamente parecidos a los humanos; con los *cinco sentidos* y además poseen un cerebro poderoso que les permiten crear mundos distintos, ya que pueden estar simultáneamente en dos o más espacios y tiempos.

Tienen una misión que el cedroplanet les encomendó, ya que en su planeta va a ocurrir un *colapso* y a causa de ello tienen que emigrar a otro planeta. Las condiciones del planeta al que quieren emigrar no les permite mantener la *temperatura* necesaria para cumplir sus *funciones vitales*.

En el cedroplanet se enteraron que en el *sistema solar* existía un planeta muy parecido al suyo que es muy rico en *biodiversidad*, que las *condiciones climáticas* son muy parecidas al cedroplanet y cuenta con algunos seres humanos que cuando trabajan sistemáticamente pueden *condicionar* su medio ya que *explican, predicen* y dan *soluciones temporales* a los *fenómenos* que se presentan en su *naturaleza*. Este planeta se llama tierra.

3.3 Actividades para el estudiantado.

La misión de los cedronautas es **recolectar** información para poder salvar su especie. Debido a que en su planeta nuevo hay problemas climáticos, los del cedroplanet necesitan conocer sobre el *calor* y la *temperatura* para dar solución a esta situación. Por lo tanto, deben investigar y resolver las siguientes preguntas:

¿Cómo se puede producir calor?

¿Qué *instrumento* permite medir la temperatura y cómo se *construye*?

¿Qué terrícolas investigaron sobre calor y temperatura?

¿En qué condiciones *sociales* y *culturales* vivieron estos terrícolas?

¿Qué *obstáculos* y *dificultades* tuvieron que superar estos terrícolas?

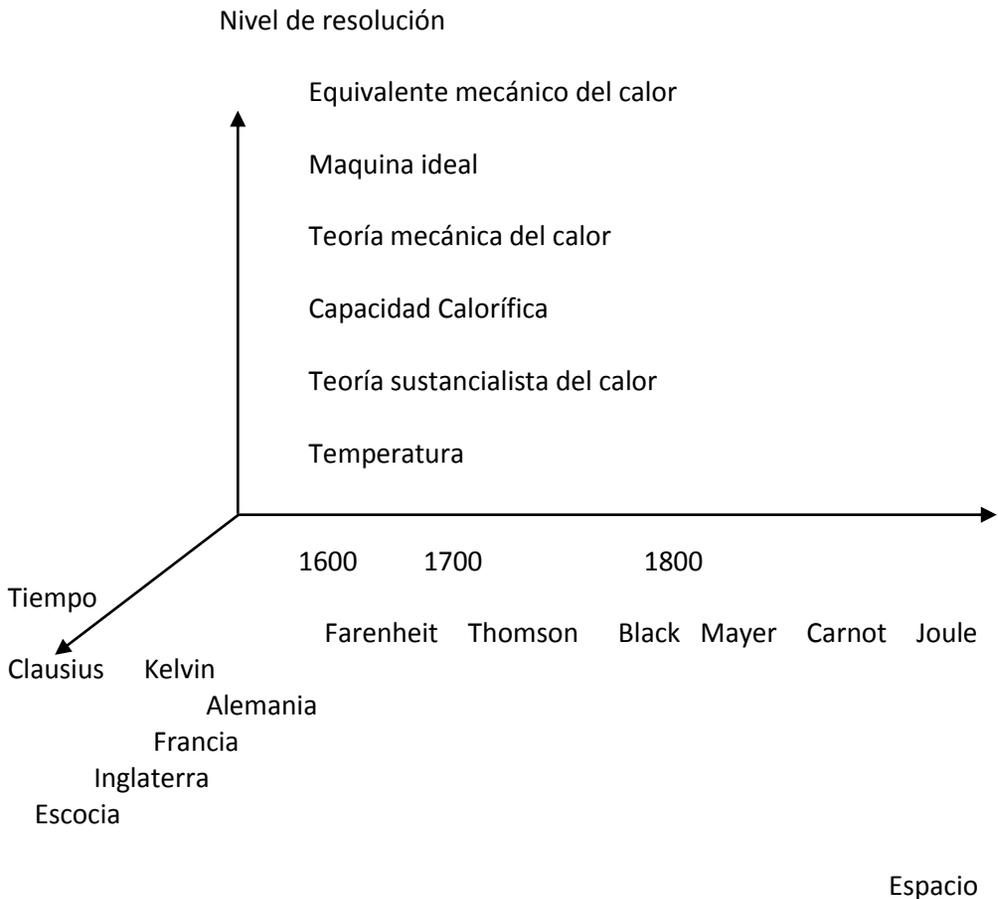
¿Qué **teorías** formularon y trabajaron?

¿Qué **Conceptos** se inventaron para explicar esos fenómenos?

¿Cuáles teorías fueron **abandonadas** y por qué?

Consultar con un terrícola llamado **Sadi Carnot**, quien inventó una **maquina ideal** con la que demostró la imposibilidad de construir una máquina de movimiento perpetuo. La máquina ideal de Carnot es térmica y convierte el calor en trabajo.

Los cosmonautas cuentan con el siguiente **mapa** para cumplir su misión y programan su nave para viajar en el tiempo-espacio-**saber**.



Después de cumplir la misión los cosmonautas llevan la información a su planeta y comienzan dar **solución** a los problemas climáticos e inician el proceso de

adaptación del nuevo planeta de la siguiente manera:...*esta historia continuará...* (solución que cada grupo dará a la situación y que se socializará en el grupo)

3.4 Introducción a nuevos conocimientos, contextualización y aplicación:

Sugerencias para el profesor:

- Se les entregan a los estudiantes los artículos originales de los científicos que se mencionan en el mapa de la misión; una vez realizada la lectura de los documentos para su interpretación, discusión y análisis se entra a realizar la construcción de los meta-relatos, como primer paso en el proceso de reconstrucción-construcción de las competencias interpretar, argumentar y proponer, con las que ingresaron al proceso, no solo teniendo en cuenta la información de los documentos originales sino una indagación extra sobre la vida de los autores de dichos artículos y una contextualización histórica del país origen del científico y de lo que estaba sucediendo en otras partes del mundo en lo económico, político y social en la época de la publicación de los artículos mencionados. estos aspectos les posibilita tener más información para abordar el meta-relato.
- Se socializan los meta-relatos contruidos por los grupos en el aula para identificar su nueva interpretación de las propuestas teóricas sin perder su esencia científica y la contextualización de las épocas trabajadas para su inmersión en el tiempo y la simultaneidad.
- El docente, en este sentido, intervendrá para aclarar y aproximar a los estudiantes sobre las conceptualizaciones admitidas sobre el calor y la temperatura y otros conceptos científicos relacionados.
- Y por sesiones de trabajo se socializara por grupo la solución a la misión encomendada del meta-relato inicial propuesto por el docente.

3.5 Evaluación de competencia de pensamiento científico:

En la tabla de los aprendizajes esperados se convierten en las competencias de pensamiento científico y en criterios de evaluación.

En el proceso de la socialización y de la solución a la misión encomendada se identifican las siguientes competencias en particular:

- Interpreta y narra de forma distinta desde sus intereses las teorías acerca de los conceptos de calor y temperatura.
- Identifica partes y componentes importantes de las teorías para la construcción de su meta-relato.

- Usa medios de representación adecuados para la socialización de su meta-relato y la solución de la misión
- Usa estrategias y los conocimientos científicos para dar solución a la misión.
- Recopila y organiza la información para la identificación de los contextos socio-culturales de las épocas en cuestión.
- Relacionar informaciones para reconstruir sus propios significados sobre los conceptos de calor y temperatura y propone soluciones alternativas.
- Evalúa la información, formula argumentos con base científica y establece criterios para juzgar el propio trabajo y el de otros.
- Reflexiona sobre su propia comprensión y evalúa el pensamiento propio y los estilos de aprendizaje preferidos.

3.6 Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.

La implementación de esta UD sobre los conceptos de calor y temperatura, permite a los estudiantes reconstruir las competencias de interpretar, argumentar y proponer las que permiten iniciar el proceso, por cuanto, elaboran un modelo explicativo a partir de una narrativa oral y escrita diferente de acuerdo con lo admitido por la comunidad Científica. Los instrumentos (meta-relatos y la nave del conocimiento) responden de manera exitosa al proceso de reconstrucción-construcción de las competencias interpretar, argumentar y proponer y de las dimensiones que ellas implican en lo conceptual, en lo procedimental y en lo actitudinal, por cuanto los y las estudiantes hacen una inmersión en dicho proceso.

Un trabajo desde la historia de la ciencia desde lo interno y externo permitiría cambiar la imagen de ciencia en los estudiantes por cuanto propiciaría involucrarse de forma afectiva. La estrategia de la misión les da oportunidades como actores principales en el proceso de solución de un problema ya que auspicia una intervención directa con su creatividad y la libertad de representar de diversas formas sus nuevos conocimientos.

Esta estrategia fue desarrollada con un grupo de 23 estudiantes y los resultados obtenidos muestran un tendencia de mayor comprensión de la termodinámica de los procesos químicos, dichos resultados reposan están consignados en la tesis de maestría titulada: Los conceptos de calor y temperatura desde la enseñanza de las competencias cognoscitivas y los estándares curriculares. (2005). Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá-Colombia.

3.7 Referencias bibliográficas

A continuación se listan las principales referencias bibliográficas que se tuvieron en cuenta para la construcción de ésta unidad didáctica, algunas de las cuales se han citado en el desarrollo del texto, y que esperamos sirvan de apoyo a los (as) colegas y estudiantes para profundizar en su comprensión.

BLACK, J. 1760. "Excerpters on specific heat and latent heat" from Lectures on the Elements of Chemistry delivered in the University of Edinburgh by the Late Joseph Black, M.D. ...publish from his manuscripts by John Robinson (1803) [as excerpted by William Francis Magie, *A Source Book in Physics* (New York: Mc Graw Hill, 1935)].

CARNOT, S. 1824. Reflections on the motive power of fire and on machines fitted to develop that power. Translated and edited by R. H. Thurston.

CLAUSIUS, R. 1965 "The wir Wärme of the welche of Bewegung of the der of the art of the die of Ueber nennen", der *Physik* 100, 353-380 of *Annalen* (1857); translation published in the *philosophical compartment* 14, 108-127 (1857) [of Stephen G. Brush, *theory kinetic* vol. 1 (Oxford: Pergamon,,)].

_____. Ueber die bewegende Kraft der Wärme. *Annalen der Physik und Chemie*, 79, 368 – 97, 500 – 24 (1850) [translated and excerpted in William Francis Magie, *A Source Book in Physics* (New York: Mc Graw Hill, 1935)].

FAHRENHEIT, D. 1724 "Experimenta circa gradum caloris liquororum nonnullorum ebullientium instituta". *Phil. Trans.* 33, 1. [From William Francis Magie, *A Source Book in Physics* (New York: Mc Graw Hill, 1935)]..

GALLEGO BADILLO, R. 1999. Competencias cognoscitivas: Un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico. Bogotá. Cooperativa editorial magisterio.

_____.1997.La enseñanza de las ciencias experimentales. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.

_____.1994. Representaciones y conceptos científicos: un programa de investigación. Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Química.

_____, 2003. El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas. Universidad pedagógica Nacional.

GALLEGO BADILLO, R; y GALLEGU TORRES, A. (2003) La formación inicial de profesores de ciencias: Un problema didáctico y curricular. Tecne, Episteme y

Didaxis. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. N° extra; p. 66-73

GALLEGO BADILLO, R; PÉREZ MIRANDA, R. y GALLEGU TORRES, A. (2002) Historia de la didáctica de las ciencias: un campo de investigación. Tecne, Episteme y Didaxis. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá. No 12); p.3 -22.

GALLEGO BADILLO, R; PÉREZ MIRANDA, R. y TORRES DE GALLEGU, L. La Química como ciencia: Una perspectiva constructivista. Química, Actualidad y Futuro. Bogotá. Vol. 5, No. 1 (mayo – octubre 1995); p. 55 – 62.

JOULE, J. On the mechanical equivalent of heat [Brit. Assoc. Rep. 1845, trans. Chemical Sect. p.31. Read before the British Association at Cambridge, June 1845.].

_____. On the existence of an equivalent relation between heat and the ordinary forms of mechanical power. [In the letter to the Editors of "Philosophical Magazine"] series 3, Vol. xxvii, p.205.

MAYER, J. "Remarks on the Forces of Inorganic Nature". *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 43, 233 (1842) as translated by G.C. Foster, *Phil. Mag. (4)* 24, 371 (1862) and reprinted in William Francis Magie, ed., *A Source Book in Physics* (New York: Mc Graw Hill, 1935)]. 1842.

Organización del Bachillerato Internacional (2006), Programa de los años intermedios. Guía de ciencias.

Samper, Q. (1997) El meta-relato: Una herramienta para la imaginación. La alegría de enseñar. N° 32. MEN. 1997.

Vasco, CE. (1994) La teoría general de procesos y sistemas. Una propuesta semiológica, ontológica y gnoseológica para la ciencia, la educación y el desarrollo. Documento de la misión ciencia, educación y desarrollo.

CAPITULO 5

Solubilidad de gases en líquidos: una unidad didáctica abordada a partir de fenómenos químicos cotidianos

Roy Waldhiersen Morales Pérez

Licenciado en Química. Grupo de Estudio en Química Cotidiana.
Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.

Franklin Alberto Manrique Rodríguez

Licenciado en Química. Grupo de Estudio en Química Cotidiana.
Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.

Quira Alejandra Sanabria

Magister en Docencia de la Química. Grupo de Estudio en Química Cotidiana.
Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C., Colombia.

Índice del capítulo

- ✓ Resumen.
- ✓ Presentación.
- ✓ Breve acercamiento histórico al estudio de la solubilidad de gases en líquidos.
- ✓ Enseñanza de los fundamentos del modelo sobre solubilidad de gases en líquidos.
 - ✓ Planificación docente.
 - ✓ Desarrollo de la Unidad Didáctica.
- ✓ Desarrollo inicial. Identificación de las concepciones alternativas.
- ✓ Introducción a nuevos conocimientos. Desarrollo del experimento ilustrativo.
- ✓ Sistematización. Resolución de problemas a través del abordaje cualitativo y cuantitativo.
 - ✓ Actividades de contextualización y aplicación.
 - ✓ Evaluación de Competencias de Pensamiento Científico.
 - ✓ Identificación de problemas científicos y comunicación de ideas.
 - ✓ Problematización e identificación de tipologías de competencias.
 - ✓ Evaluación de la experiencia.
 - ✓ Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.
 - ✓ Referencias bibliográficas.

RESUMEN.

Son muchos los profesores de química que han contemplado alguna vez, o que de hecho han abordado la enseñanza de esta ciencia a partir del estudio de fenómenos químicos cotidianos cercanos a los contextos de los estudiantes, en razón a que ello puede promover actitudes favorables en el estudiantado y renovar las prácticas habituales de enseñanza, máxime cuando estos son futuros profesores. En este sentido, la presente unidad didáctica fundamentada desde la Historia de la Química y la construcción de modelos en el aula de clase, tiene como objetivo proponer al (la) profesor (a) de química que forma a profesores, una estrategia para la enseñanza del fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos, para lo cual se presentan y describen algunas estrategias didácticas tendientes a promover la descripción, explicación y argumentación de fenómenos químicos cotidianos a través del debate y la construcción colectiva de acuerdos al interior del aula de clase, el abordaje predominantemente cualitativo de los fenómenos y el uso de experimentos ilustrativos como opción de actividad experimental en la clase de química.

1. PRESENTACIÓN

1.1. *Breve acercamiento histórico al estudio de la solubilidad de gases en líquidos.*

A finales del siglo XVII habían sido estudiadas pocas sustancias gaseosas, debido principalmente a que no existían artefactos tecnológicos que pudieran ser empleados para su recolección; la única sustancia gaseosa con la que se tenía relación cercana era el aire mismo, que a pesar de los aportes hechos por Robert Boyle (1627- 1691) se consideraba aún como una sustancia elemental desde el punto de vista aristotélico. Sin embargo, a inicios del siglo XVIII el químico inglés Stephen Hales (1667- 1761) desarrolló una técnica sencilla para recolectar gases sobre agua a partir del calentamiento de un sólido. "Lavando" los gases producidos para garantizar precisión en sus mediciones, hacía pasar el gas a través de agua antes de recogerlos en otro recipiente hermético parcialmente sumergido en agua. Si bien logró recolectar de esta forma varios tipos de gases, Hales no se enfocó en identificar y estudiar sus propiedades.

Posteriormente, en 1765 el médico inglés William Brownrigg adelantando estudios en unos manantiales de agua mineral, diseñó un pequeño artefacto llamado cuba neumática el cual consistía en una plataforma invertida con un agujero central sobre el cual se colocaba un matraz. Este aparato posibilitó pasar

muestras de gases de un contenedor a otro, permitiendo el cálculo conjunto de gases, líquidos y sólidos de una muestra en estudio.

De los trabajos que en esta línea hicieron importante aportes, se destaca el del químico inglés Joseph Black (1728- 1799), quién en 1754 estudió ampliamente el *gas silvestre* (dióxido de carbono) que Jean Baptiste Van Helmont (1577- 1644), un siglo antes, había obtenido como producto de la combustión de la madera. Al calentar piedra caliza, Black se percató que un tipo de gas se desprendía y lo identificó como el mismo gas silvestre de Van Helmont, al cual lo renombró como *aire fijado*, debido a que al calentar y descomponer la piedra caliza el gas liberado podía recombinarse (fijarse) de nuevo con la cal para formar la sustancia de partida.

Estudiando un gas que ya había sido aislado por Boyle y Hales al hacer reaccionar ácidos con cierto tipo de metales, Henry Cavendish (1731- 1810) realizó en 1766 estudios detallados sobre este gas al que llamó *gas inflamable*. Era este el tiempo en el que dominaba el paradigma del *flogisto*, y debido a la filiación que Cavendish tenía con éste, supuso que dicho gas, al ser ligero e inflamable, era flogisto aislado. Posteriormente en 1772, el químico escocés Daniel Rutherford (1749- 1819) desarrolló un trabajo cuya conclusión fue la identificación de un nuevo gas al que le dio el nombre de *gas flogisticado*, nombre atribuido por el que al introducir una vela en una cámara rica en este gas, ésta no puede mantener su llama, lo que era interpretado como que dicho tipo de aire estaba saturado de flogisto y no aceptaba más transferencia de este. Poco tiempo después, en 1774, se logró obtener otro gas de forma independiente por dos químicos: el inglés Joseph Priestley (1733- 1804) y el sueco Karl Wilhelm Scheele (1742- 1786). El primero de ellos le dio el nombre de *aire desflogisticado* y el segundo *aire del fuego*. La lógica del nombre atribuido por Priestley proviene del hecho que cuando se realizaba la combustión de una vela en un ambiente rico en este gas, la vela ardía con una llama más brillante, lo que se interpretaba como el paso del flogisto de la vela hacia el gas que carecía completamente de él. Antoine Laurent Lavoisier (1743- 1761) posteriormente reasignó los nombres de estos gases desde el marco de la nuevo sistema de nomenclatura que construía, y al gas inflamable de Cavendish lo denominó *hidrógeno* (formador de agua), al flogisticado de Rutherford *azoe* (sin vida, actualmente *nitrógeno*), y al gas de Priestley y Scheele le otorgó el nombre de *oxígeno* (formador de ácidos), el cual sería el basamento de su teoría de la combustión y del sistema dualista que generó una sistematización lógica de los conocimientos que se habían construido hasta entonces.

Los estudios adelantados sobre gases permitieron a inicios del siglo XIX, tener un conocimiento importante sobre la naturaleza de los mismos, que condujeron a William Henry (1775 – 1836) al estudio de la absorción de éstos por sustancias

líquidas. Henry, quien residía en Manchester, estaba al tanto del sistema que unos años antes propuso Lavoisier, y de las ideas que sobre las proporciones definidas planteaba el químico francés Joseph Louis Proust (1754- 1826), dada su cercanía académica y personal con John Dalton (1766- 1844) sobre las proporciones múltiples y la teoría atómica. En 1803 Henry publica en la revista *Philosophical Transactions of the Royal Society* un artículo titulado *'Experiments on the quantity of gases absorbed by water at different temperatures, and under different pressures'* en el que divulga sus reflexiones sobre el fenómeno señalado. William Henry reconoce los aportes sobre el fenómeno de absorción de gases sobre líquidos que habían hecho previamente Cavendish y Priestley, y su contribución se direcciona en realizar cálculos más precisos mediante el diseño de artefactos y técnicas que permitieran tal objetivo. Ya Henry Cavendish había estudiado la proporción de ácido carbónico condensable en agua, y había indicado además la influencia que sobre este hecho ejerce la temperatura. Por su parte, Joseph Priestley había adelantado importantes trabajos sobre la impregnación de agua con aire fijo y la forma en la que la presión intervenía en este fenómeno. Cabe resaltar que Priestley tenía a su disposición grandes cantidades de aire fijo, pues cercano a su laboratorio en Leeds, existía una fábrica de cerveza que por el producto de la fermentación de los granos liberaba grandes cantidades de este gas, el cual era recolectado por Priestley sobre agua utilizando el método propuesto por Stephen Hales. Joseph Priestley se dio cuenta que al realizar esta operación el agua adquiría un ligero y agradable sabor ácido, luego de que parte del aire fijo fuera absorbido por el agua, y por tal motivo se considera a este químico inglés el precursor de la industria de las bebidas carbonatadas. Así, en 1772 diseñó un proceso para carbonatar bebidas artificialmente, donde obtenía el dióxido de carbono vertiendo ácido sulfúrico sobre tiza, publicó sus hallazgos en el artículo *Directions for Impregnating Water with Fixed Air in order to communicate to it the peculiar Spirit and Virtues of Pyrmont Water, And other Mineral Waters of a similar nature*. A pesar de que no comercializó dicho diseño, fue tan bien recibido que la Royal Society lo premió con la medalla Copley.

Tras el estudio de la absorción de diferentes gases sobre agua, Henry propuso lo que posteriormente se vendría a conocer como la *Ley de Henry*:

'los resultados de una serie de al menos cincuenta experimentos con ácido carbónico, gas hidrógeno sulfureado, óxido nitroso y gases oxigenoso y azotico... establecen la siguiente ley general: que, bajo iguales circunstancias de temperatura, el agua toma, en todos los casos, el mismo volumen de gas condensado como de gas bajo presión ordinaria. Pero, como el espacio ocupado por todos los gases son inversos a la fuerza de compresión, se deduce que el agua toma,

del gas condensado por una, dos o más atmósferas adicionales, una cantidad que, ordinariamente comprimida, podría ser igual al doble, triple, etc., del volumen absorbido sobre la presión común de la atmósfera'

En la actualidad el enunciado de la ley de Henry ha sido transformado de su versión inicial, sin embargo la conceptualización del fenómeno y la relación de las variables macroscópicas permanecen inalteradas.

'la solubilidad de un gas en un líquido, a una temperatura dada, es proporcional a la presión parcial del gas sobre la disolución'

1.2. Enseñanza de los fundamentos del modelo sobre solubilidad de gases en líquidos.

La investigación en didáctica de las ciencias ha mostrado que la formación inicial de profesores de química se adelanta aún bajo el *paradigma habitual*, desde el cual es suficiente con conocer los aspectos disciplinares para adelantar el proceso de enseñanza. Por tal motivo, generalmente se presentan y desarrollan los espacios de formación disciplinar en química y en didáctica como entidades aisladas, desarticuladas e inconexas. El predominio de este paradigma afianza en los docentes en formación ideas intuitivas y simplistas según las cuales, para ser profesor de química se necesita exclusivamente un dominio conceptual de la disciplina, formando así nuevas generaciones de profesores que simplemente se convierten en replicadores de la transmisión de conocimientos, de lo que siempre se ha hecho y se considera lo natural (Gallego y Gallego, 2006; Amador. et al, 2007).

De igual forma, la investigación en didáctica muestra que la química cotidiana es contemplada por profesores y estudiantes como carente de rigurosidad científica, como algo obvio y sencillo en comparación con los contenidos químicos rigurosos, los de siempre y verdaderamente importantes. Se ha encontrado que su introducción en el aula por parte del profesorado de química no va más allá de menciones ocasionales, anecdóticas y superficiales a manera de ejemplos, como mero espectáculo o entretenimiento para dinamizar los procesos del aula y generar interés por la clase, como ganchos para iniciar una temática que terminan siendo remplazados por las mismas estrategias de transmisión de información (Aragón, 2004; De Manuel, 2004; Jiménez. et al, 2002, 2003).

Por tal razón, y de acuerdo con Martins (citado en Amador. et al, 2007), es de esperarse que los futuros profesores de ciencias se desempeñen

profesionalmente en términos de una enseñanza que *parta de la formulación y solución de los problemas que tienen que ver con la vida cotidiana de los estudiantes*, y que vincule coherentemente tanto los aspectos propios de la química como de su didáctica en forma simultánea.

De otra parte, si bien hay amplios trabajos de investigación en didáctica de las ciencias desde diferentes líneas de investigación referentes al modelo químico de *solución*, el fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos no ha sido sin embargo objeto de estudio, y no se encuentran sugerencias para aproximar teórica, social y tecnológicamente un evento fenomenológico como el mencionado para la enseñanza y aprendizaje de la química.

Es en este sentido presentamos a ustedes esta propuesta, como una primera aproximación para abordar el fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos a partir del estudio de algunos fenómenos químicos cotidianos y de la construcción de modelos que sobre estos hacen profesores (as) de química en formación (Amador et al, 2008; Castro, 1992; Galagovsky et al. 2009; Justi, 2006; Gallego, 2006; Gallego, 2004; Sanabria, 2007) desde los tres niveles de representación del discurso químico propuestos por Jensen (1998 a, b, c): molar, molecular y eléctrico.

Adviértase que en la actualidad existe una polisemia del concepto de *modelo* en el ámbito de la didáctica de las ciencias de la naturaleza, sin embargo existe un consenso más o menos generalizado que entiende por modelo aquellas representaciones abstractas, construidas con el propósito de describir, explicar y predecir el comportamiento provocado o no de objetos o fenómenos. Dichos modelos son aproximaciones de carácter conceptual y metodológico, provisionales y perfectibles, que son elaborados a partir de la interacción con el medio y con los otros y que se ponen de manifiesto a través de representaciones concretas (de forma verbal, escrita u otra forma simbólica) y por tanto tienen la capacidad de ser comunicables y contrastados.

2. PLANIFICACIÓN DOCENTE

Unidad Didáctica: Solubilidad de gases en líquidos		
Contenido	Conceptual	<ul style="list-style-type: none">-Interpretación de la solubilidad de los gases en líquidos desde los niveles de representación molar, molecular y eléctrico.-Relación de proporcionalidad entre variables macroscópicas que afectan la solubilidad de gases en líquidos.-Aplicación de la ley de Henry en la explicación del síndrome de descompresión, la cavitación

		articular y la tragedia del lago Nyos”.
	Procedimental	<ul style="list-style-type: none"> -Formular hipótesis relacionadas con la solubilidad de gases en líquidos y los factores que la afectan. -Elaborar con materiales de uso diario un dispositivo que permita la construcción de la relación de variables establecida en la ley de Henry. -Observar y registrar información sobre las actividades experimentales realizadas. -Interpretar información para inferir explicaciones a partir de hipótesis previamente construidas. -Construir y comunicar modelos descriptivos y explicativos que den cuenta de los fenómenos químicos cotidianos abordados.
	Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> -Participar efectiva y críticamente de las actividades de equipo y de los debates suscitados en el colectivo. -Contrastar y argumentar los modelos construidos por otros integrantes del colectivo. -Negociar intereses y posturas con los integrantes del colectivo para la construcción consensuada de un modelo conjunto. -Reconocer la enseñanza de las ciencias como posibilidad de actuar, reflexionar y pensar en el mundo.
Objetivo General	Construir modelos descriptivos y explicativos a partir del estudio de fenómenos químicos cotidianos para el fenómeno de solubilidad de gases en líquidos.	
Objetivos Específicos	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar las concepciones alternativas de los profesores en formación inicial referentes al fenómeno de solubilidad de gases en líquidos a partir del estudio de las gaseosas. -Modelizar el fenómeno de solubilidad de gases en líquidos. -Inferir a partir de los modelos descriptivos y explicativos construidos la relación de proporcionalidad entre variables macroscópicas establecidas en la ley de Henry, los factores que la afectan y las condiciones límite de aplicabilidad. -Reconocer fenómenos cotidianos e implicaciones tecnológicas explicables a partir de la ley de Henry. -Involucrar al profesor en formación inicial en el temprano reconocimiento de su quehacer profesional desde la construcción de modelos químicos y sus implicaciones didácticas. 	
Aprendizajes Esperados	<ul style="list-style-type: none"> -Construyen modelos descriptivos y explicativos acerca del fenómeno de solubilidad de gases en líquidos que les permiten enfrentarse y resolver problemas en nuevas situaciones y contextos. -Reconocen la relación entre las variables macroscópicas que afectan la solubilidad de los gases en los líquidos. -Interpretan la Ley de Henry y sus condiciones límites de 	

	<p>aplicabilidad desde los niveles de representación molar, molecular y eléctrico.</p> <p>-Identifican aplicaciones tecnológicas e implicaciones ambientales explicables desde la ley de Henry.</p> <p>-Relacionan el modelo químico para la solubilidad de los gases en líquidos con estrategias e implicaciones didácticas en su enseñanza.</p>
Destinatarios	Profesores de química en formación inicial (en adelante PQFI) de primer año.
Temporalidad	Tres (3) sesiones de dos (2) horas
Materiales	Insumos de fácil acceso y bajo costo para la realización de las actividades experimentales, material fotocopiado para cada estudiante.

3. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

3.1. *Desarrollo inicial: identificación de las concepciones alternativas.*

Objetivos: Identificar las concepciones alternativas de los profesores en formación inicial referentes al fenómeno de solubilidad de gases en líquidos a partir del estudio de las gaseosas.

Actividades: Dado que todos los (as) profesores (as) de química en formación inicial están familiarizados (as) con las bebidas carbonatadas (gaseosas, cerveza, champagne, etc.), y que dichas sustancias se relacionan con el fenómeno químico de interés, se propone un cuestionario (*Cuadro No 1*) con preguntas abiertas en torno a situaciones de común conocimiento en las que de forma individual y a través de la argumentación de su respuesta, el (la) profesor (a) en formación inicial expondrá sus concepciones alternativas frente al fenómeno. Posteriormente, estas construcciones se socializarán dentro del colectivo para ser confrontadas y suscitar la discusión en el aula.

Propuestas para el (la) profesor (a): En un primer momento los PQFI darán respuesta de forma individual al cuestionario, tras lo cual los participantes del colectivo expondrán de forma voluntaria su construcción para promover la discusión y generar controversia; es pertinente que para cada pregunta se registren las concepciones alternativas expuestas con mayor frecuencia y en las que los PQFI manifiesten su mayor acuerdo, labor que puede ser realizada por un profesor en formación que asuma el papel de relator de la actividad.

Actividad 1. Resolución del cuestionario.**CUADRO No 1**
CUESTIONARIO DE CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Responde a las siguientes preguntas *argumentando* tu respuesta.

- ¿Cuáles son los principales ingredientes de una bebida gaseosa?
¿Cuál es la función de cada uno de ellos?
- ¿Por qué se recomienda mantener refrigeradas las bebidas gaseosas antes de su consumo?
- ¿Por qué al destapar una bebida gaseosa se escucha un ‘fizz’?
- ¿Qué le sucede a una bebida gaseosa al dejarla destapada durante un largo periodo de tiempo? ¿A qué se debe dicho cambio?

Actividad 2. Socialización de las construcciones individuales.

Para este momento, un (a) PQFI voluntario o designado (a) por el profesor desempeñará la labor de relator de la actividad registrando las principales propuestas originadas de la discusión. En este caso, el (la) par- profesor (a) desempeñará el rol de moderador, cuya función principal es la de direccionar y promover la discusión dentro del colectivo.

3.2. Introducción a nuevos conocimientos: Desarrollo del experimento ilustrativo.

Objetivos: Construir modelos descriptivos y explicativos acerca del fenómeno de solubilidad de gases en líquidos en los niveles de representación molar, molecular y eléctrico, a través de la realización de un experimento ilustrativo y de las discusiones, controversias y consensos suscitadas tras su aplicación.

Actividades: Una vez identificadas las concepciones alternativas predominantes en el colectivo de PQFI, éstas se pondrán en juego en la construcción de modelos descriptivos y explicativos acerca del fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos a través de una sencilla experiencia que muestra el crecimiento del chupo de un biberón lleno con una bebida carbonatada recién destapada. Esta fase de desarrollo de la unidad didáctica tiene dos momentos importantes: los equipos de trabajo de PQFI modelizarán el fenómeno observado

en el trabajo práctico, siendo evidencia material de sus modelos las representaciones lingüísticas e icónicas utilizadas en este proceso; posteriormente, las construcciones de cada equipo serán socializadas en el colectivo en un *conversatorio*, en donde también existirá un relator que registre los principales consensos y disensos a lo largo de la discusión, y el profesor actuará como moderador promoviendo y direccionando la discusión. La idea es que a partir del fenómeno químico cotidiano observado y de la modelización que de él se haga, se construya en consenso un modelo químico para la solubilidad de gases en líquidos.

Propuestas para el (la) profesor (a): La actividad se inicia con la realización del experimento ilustrativo (*Cuadro No 2*), el cual es un trabajo práctico destinado a interpretar un fenómeno u objeto, ilustrar un principio o mostrar una relación entre variables a partir de una aproximación cualitativa o cuantitativa. Los PQFI se organizarán por equipos de trabajo (máximo cuatro integrantes) y elaborarán el dispositivo que permite la construcción de la relación de variables establecida en la ley de Henry. Durante la fase de construcción de los modelos, el trabajo del par-profesor se enfocará en acompañar el trabajo de cada equipo procurando realizar preguntas que direccionen la construcción de los modelos, sin que ello cambie el sentido y dirección que al interior del grupo se le esté dando. Para cerrar esta etapa, cada grupo expondrá los modelos construidos y se someterán a discusión con los otros equipos para encontrar similitudes y diferencias entre las construcciones elaboradas, y cuyas ideas principales serán registradas por el relator (*Cuadro No 3*). El (la) par-profesor (a) promoverá la discusión, la controversia sustentada con argumentos, la negociación de ideas, intereses y posiciones, y procurará que dentro del colectivo se llegue a una nueva construcción consensuada que describa y explique el fenómeno que se hace objeto de trabajo en el aula, aproximándose a lo que actualmente es aceptado en la comunidad de especialistas.

Actividad 3. Desarrollo del experimento ilustrativo.

Se propone que los PQFI se organicen por equipos de cuatro personas máximo para realizar la práctica experimental. Una vez estén organizados, se les entregará el documento para que realicen el montaje y se les indicará que deben construir los modelos descriptivos y explicativos mediante textos, gráficos, tablas, dibujos, esquemas, diagramas, etc., y para que registren a su criterio la información que requieran conveniente (*Cuadro No 2*). La realización del experimento se encuentra disponible en el link <http://bit.ly/bHVJKE>

CUADRO No 2 TRABAJO PRÁCTICO No 1

A continuación se expone un sencillo procedimiento experimental. *Observen* el fenómeno y *registren* la información que crean conveniente para *describir* (qué ocurre) y *explicar* (por qué ocurre) de forma *argumentada* el crecimiento del chupete. Construyan un consenso dentro del equipo para ser socializado y defendido ante los otros equipos, para lo cual pueden utilizar dibujos, tablas, diagramas, ecuaciones, texto, etc. Si existe algún integrante del equipo que no se encuentre del todo conforme con los acuerdos que se lleguen dentro del equipo, puede manifestar su desacuerdo de forma argumentada. De igual forma deben dar respuesta a las preguntas orientadoras abajo mostradas.

Crecimiento de un chupete por una gaseosa

Materiales.

- 1 biberón mediano con chupete sellado
- 1 bebida gaseosa sin destapar (350 mL)

Procedimiento:

Viertan la bebida gaseosa en el biberón hasta tres cuartos de su volumen aproximadamente. A continuación tapen el biberón con el chupete rápidamente y agítenlo fuertemente.

Preguntas Orientadoras

- ¿Por qué se infla el chupete al ser agitada la bebida al interior del biberón?
- ¿Cuál es el sistema de estudio? ¿Cómo podemos definir a este sistema?
- ¿Ocurre algún cambio en la temperatura de la bebida al agitar el biberón?
- ¿Qué efecto produce la agitación del biberón sobre la solubilidad del gas?



Figura No 2. Ley de Henry y el crecimiento del chupo de un biberón

Actividad 4. *Construcción de modelos descriptivos y explicativos.*

Una vez realizado el trabajo práctico y registrado las observaciones, los PQFI deberán representar los modelos descriptivos explicativos en el cuadro abajo propuesto (*Cuadro No 3*). Las construcciones elaboradas sobre el fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos, deberían ser abordadas desde los niveles de representación molar (macroscópica), molecular (submicroscópica) y eléctrica.

<p style="text-align: center;">CUADRO No 3. CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DESCRIPTIVOS Y EXPLICATIVOS</p> <p style="text-align: center;"><i>Modelo (s) descriptivo (s) consensuado ¿qué ocurre?</i></p> <p style="text-align: center;"><i>Modelo (s) explicativo (s) consensuado ¿por qué y cómo ocurre?</i></p>
--

Actividad 5. *Desarrollo del conversatorio.*

Permitiendo un tiempo prudencial para que los equipos construyan consensuadamente los modelos, lo siguiente que se propone es desarrollar el conversatorio. Este espacio debe tomar el tiempo suficiente para que cada equipo socialice con amplitud su construcción y para que se contrasten y pongan a prueba con suficiencia cada una de ellas. El papel del relator es clave en la medida que debe abarcar las diferentes posturas y registrar el consenso al que se llegue dentro del colectivo. Algunos elementos importantes que el (la) PQFI relator (a) debe tener en cuenta a la hora de desempeñar su tarea se indican en el *Cuadro No 4*.

(ver página siguiente)

Propuestas para el (la) profesor (a): En un primer momento, el (la) profesor (a) realizará el experimento ilustrativo, tras lo cual expondrá la situación problema a los (as) PQFI que tendrán que dar su respuesta individualmente y por escrito valiéndose de todos los argumentos y estrategias que crean convenientes. Sin embargo, para el desarrollo de la solución el colectivo puede organizarse de tal forma que exista un intercambio de información de las diferentes miradas que se le puedan dar al problema.

Actividad 6. Desarrollo del experimento ilustrativo.

**CUADRO No 5.
TRABAJO PRÁCTICO No 2
Orientaciones para el profesorado**

Este experimento reitera la relación entre las variables macroscópicas involucradas en el fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos. De hecho, el fenómeno involucrado es el mismo, pero para muchos (as) profesores (as) será problemático dado que las características del sistema de estudio han sido transformadas. El trabajo práctico requiere que en un primer momento sea hecho por el profesor y que luego el montaje se distribuya para su observación entre los PQFI.

Materiales:

- 1 jeringa (250 mL),
- 1 agua mineral con gas o soda (250 mL),
- Indicador de rojo de metilo (rojo en pH < 4.4. Naranja entre pH 4.4 y 6.2. Amarillo en pH > 6.2 o rojo de clorofenol).

Procedimiento: Deposita dentro de la jeringa con ayuda de la aguja un poco de soda (aproximadamente 10-20 ml) que contenga unas gotas del indicador, de tal forma que no quede espacio entre el émbolo y la superficie de la soda. Tapona la aguja con un poco de silicona o plastilina y hala el émbolo. Observa la formación de burbujas a medida que el proceso anterior se hace y **atiende** al cambio de color en la soda.

Situación Problema

Cuándo se deposita soda (o agua mineral) y unas gotas de indicador en una jeringa y se hala el émbolo, ¿por qué hay un cambio de color en la soda (o agua mineral)?

Preguntas Orientadoras

- ¿Cuál es el sistema de estudio? ¿Cómo podemos definir a este sistema?
- ¿Ocurre una reacción química en el proceso o simplemente es un cambio físico?
- ¿Por qué se forman burbujas dentro del líquido? ¿Puede decirse que la soda (o agua mineral) ebulle al halar el embolo?
- Plantea la ecuación química correspondiente para el proceso.
- Calcula valores de pH antes y después de manipular la solución con la jeringa, y determina la concentración de dióxido de carbono disuelto en cada momento.

Actividad 7. Retroalimentación del proceso de resolución.

Una vez los (as) PQFI hayan dado respuesta a la situación problema, las soluciones planteadas se socializarán en el colectivo, procurando que los (as) profesor (as) puedan evidenciar los diferentes caminos, estrategias y modelos químicos que se pueden seguir para la resolución. Es un espacio apropiado también para refinar y manejar con precisión los conceptos químicos involucrados y el lenguaje utilizado. El ideal es que el PQFI aborde su resolución en primera instancia cualitativamente, argumentando de forma amplia y suficiente, y luego desarrolle los formalismos matemáticos y el abordaje cuantitativo, privilegiando la conceptualización y la argumentación antes que la memorización y aplicación mecánica de algoritmos matemáticos.

3.4. Actividades de Contextualización- Aplicación.

Objetivos: Reconocer acontecimientos y fenómenos cotidianos e implicaciones tecnológicas explicables a partir de los modelos construidos acerca de la solubilidad de gases en líquidos.

Actividades: Para cerrar el trabajo en esta unidad didáctica, se propone al (la) profesor (a) abordar dos actividades que le permitirán al PQFI generar una contextualización en hechos y productos cercanos a su realidad, en los cuales podrá ampliar la conceptualización elaborada, contrastar los modelos construidos, resolver las inquietudes que hayan podido quedar sin resolver, y lo más importante, encontrar un sentido y aplicación concreta del modelo químico que se hace objeto de trabajo en el aula.

Propuesta para el (la) profesor (a): abordar la lectura 'Ley de Henry: entre buzos sodas y nudillos', en la que se ponen en evidencia las construcciones conceptuales y la relación entre variables macroscópicas argumentadas en la Ley de Henry. De igual forma, se proponen otras situaciones de contextualización abordadas mediante la proyección de videos disponibles en internet sobre la producción de gaseosas, el desastre natural del lago Nyos de Camerún en 1986 y su posible relación con una explicación científica de la séptima plaga bíblica mencionada en el relato del Éxodo. Al finalizar las actividades, que pueden ser abordadas como trabajo de casa, se desarrollará una retroalimentación de las lecturas y los videos, buscando que los (as) PQFI pongan de manifiesto las inquietudes que dichos materiales pudieron resolver, y en general los nuevos aportes conceptuales que les ayudaron a construir (*Cuadro No 6*). Por último, es necesario un trabajo de reflexión crítica sobre el sentido e intencionalidad con el colectivo de profesores de las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de la unidad, generando discusiones en torno a las implicaciones didácticas que cada

actividad tiene, los aspectos que como profesores en formación consideran son positivos y aquellos que pueden ser mejorados.

Actividad 8. “Ley de Henry: entre buzos, sodas y nudillo”.

LEY DE HENRY: ENTRE BUZOS, SODAS Y NUDILLOS

¿Que podrían tener en común una Coca-Cola recién sacada de la nevera o refrigerador, un buzo persiguiendo tiburones en medio del Océano Pacífico, y la típica escena del villano fortachón crujendo sus nudillos antes de apalea a algún pobre indefenso en un callejón? Pues por extraño que parezca, estas tres situaciones son gobernadas por el mismo principio científico, ya que todas pueden ser explicadas por la relación entre la presión de un gas y su solubilidad en el líquido, la cual es descrita por la *Ley de Henry*:

$$P_{\text{gas}} = k_{\text{H}}C$$

P_{gas} es la presión del gas disuelto; k_{H} es una constante dependiente de la temperatura (la constante de la ley de Henry) relacionada con una solución gas/solvente particular; y C es la concentración del gas disuelto en el líquido. En otras palabras, a medida que incrementas la presión del gas sobre el solvente, mayor cantidad del gas se disolverá en el solvente. Si disminuyes la presión del gas, menos gas se disolverá.

Así es como las bebidas gaseosas son carbonatadas. En una planta embotelladora, el dióxido de carbono es envasado a una presión cercana a las cinco atmósferas mediante dispositivos llamados carbonatadores o carbo-refrigerantes, siendo dicha presión la que permite disolver el dióxido de carbono en el líquido. Si pudieras obtener todo el dióxido de carbono disuelto en una bebida gaseosa, llenarías un volumen de cerca de cuatro veces el volumen de la bebida. Cuando la destapas, la presión decrece y el gas comienza a escapar de la solución formando burbujas. Eventualmente, mayor cantidad de dióxido de carbono escapa de la solución y la bebida se torna desabrida.

Ahora, permitir que las burbujas escapen de la solución está bien para una bebida gaseosa pero puede ser muy dañino si eres un buceador. A medida que un buzo se sumerge en el océano, la presión externa se incrementa, y tiene que inhalar más profundamente para igualar la presión. Esta inhalación extra obliga a que más y más nitrógeno se disuelva en tu sangre. Si emerge rápidamente, el gas escapará de la solución causando una dolorosa y peligrosa condición llamada “enfermedad descompresiva”, generada cuando las burbujas de gas producidas en el torrente sanguíneo bloquean los capilares, evitando que los tejidos del cuerpo obtengan el oxígeno necesario, y que puede llegar a ser fatal si llega a

cortar el suministro de oxígeno al cerebro. Los buzos de profundidad evaden dichas enfermedades por medio de la “descompresión”. Esto significa que ascienden lentamente a la superficie y esperan por periodos de tiempo a una serie de profundidades intermedias. Por este método, el nitrógeno disuelto en su sangre es liberado de la solución lentamente y expulsado sin formar burbujas que puedan bloquear los capilares. Mediante esta técnica, los buzos pueden remover el nitrógeno a tiempo antes de alcanzar la superficie sin sufrir daños. Así mismo, cuando la presión parcial del nitrógeno gaseoso excede una atmosfera de presión, una buena parte del gas se disuelve en la sangre y puede causar una condición conocida como narcosis por nitrógeno. Los efectos en el buzo se parecen a los de la intoxicación alcohólica, pues se ha visto que los buzos que sufren de esta narcosis actúan de forma extraña como bailar en el fondo del mar o perseguir tiburones. Por esta razón se utiliza a menudo helio para diluir el oxígeno gaseoso presente en los tanques de aire de los buzos, ya que al ser un gas inerte es mucho menos soluble en la sangre que el nitrógeno y no produce efectos narcóticos.

¿Pero qué hay de los crujidos de las articulaciones, esos ruidos producidos cuando empuñas tus manos o jalas de tus dedos? ¿Cómo se relacionan con los gases disueltos? Pues tus nudillos representan una de las articulaciones de tus manos. Una articulación es el punto donde dos huesos se unen, y las *articulaciones diartroidales* son las más ruidosas. En éstas los extremos de los dos huesos no se tocan, pero ambos se conectan a través de una envoltura llamada *capsula de articulación*, la cual permite que los dos extremos de los huesos se muevan libremente en relación con el otro.

La capsula articuladora es una complicada estructura hecha de ligamentos, membranas y cartílago, provista de una cavidad llena con un líquido viscoso llamado *fluido sinovial*, el cual actúa como lubricante para que ambos huesos no se desgasten uno a otro. Como resultado, la articulación se mueve suavemente. Los doctores algunas veces analizan el fluido sinovial y usan el resultado para diagnosticar enfermedades tales como la osteoartritis, artritis reumatoide, gota, y otras enfermedades inflamatorias.

Al igual que la mayoría de los fluidos corporales, los gases se disuelven en el fluido sinovial. Se piensa que el dióxido de carbono representa el 80% del gas disuelto, mientras que el 20% restante está compuesto por una mezcla de nitrógeno y oxígeno. Dichos gases permanecen disueltos en el fluido sinovial siempre y cuando la presión en la capsula de la articulación no cambie. Sin embargo, al encoger o estirar la articulación habrá un repentino incremento del volumen de la capsula articuladora, y dicho incremento disminuye la presión sobre el líquido. Piensa en la imagen del émbolo de un pistón siendo jalado hacia fuera creando una disminución de la presión, y de acuerdo a la ley de Henry, una

disminución en la presión causará que una parte del gas disuelto en el fluido sinovial escape de la solución y forme burbujas.

Esta repentina formación de burbujas como resultado del cambio de presión es llamada *cavitación*. La cavitación repentina perturba el fluido causando una vibración que se mueve a través del líquido y el gas produciendo un crujido característico. Si pudieras tomar una imagen de rayos x después del crujido, podrías ver la burbuja en la capsula articular como resultado de la cavitación. Antes de que puedas hacer crujir un mismo nudillo de nuevo, tendrás que esperar hasta que el gas se redissuelva dentro del fluido sinovial. Esto ocurre automáticamente con el incremento de la presión en la capsula articular cuando ésta vuelve a su posición inicial. Cuando la burbuja ha desaparecido completamente puedes estirar la cavidad de nuevo para producir el crujido.

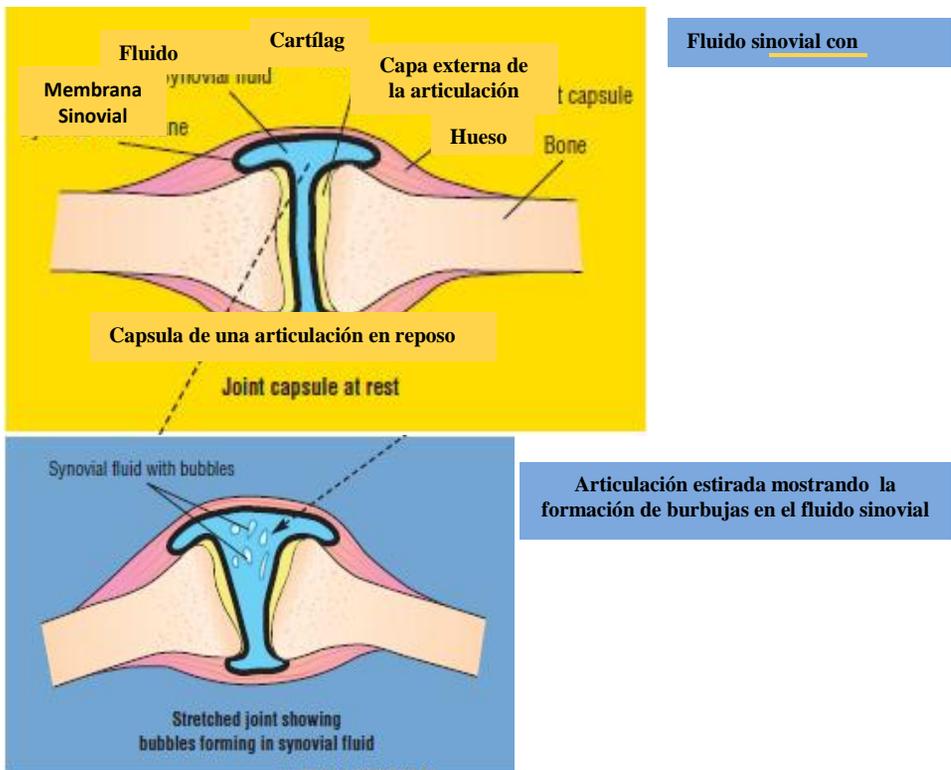


Figura No 2. Esquemas de la capsula de una articulación antes y después de ser manipulada para producir la cavitación.

¿Es realmente dañino hacer crujir tus nudillos? Los expertos médicos no están seguros, pues existe evidencia substancial de que este hábito *no* causa artritis como se cree comúnmente. Sin embargo, también hay evidencia sugiere que los crujidos en las articulaciones pueden disminuir la fuerza y función de la

mano. Algunas investigaciones piensan que los cambios de presión asociados con la cavitación podrían afectar las articulaciones de la misma forma como se desgastan las hélices de un barco, en las cuales también se presenta el fenómeno de cavitación. Otros creen que el “sacarse las yucas” no es peligroso, pero la constante compresión y estiramiento de las articulaciones podrían dañar cartílago y los ligamentos a largo plazo.

Entonces, si tu meta es la de llegar a ser un pianista o profesor de lucha de pulgares, es sabio no hacer crujir tus dedos. Pero si todo lo que quieres es molestar a tu hermana menor probablemente podrás lograrlo sin ningún daño a largo plazo. Tal vez la próxima vez que tu madre te grite que dejes de crujir tus nudillos, podrás responderle simplemente: “¡mamá, estoy demostrando la ley de Henry -tú sabes- la que relaciona la presión con la solubilidad del gas!”

Texto traducido e imágenes adaptadas de: Kimbrough, D. (2000). Noisy Knuckles and Henry's law. *ChemMatters*. 18 (4), pp. 12- 13.

Actividad 9. Producción de bebidas carbonatadas, el desastre del lago Nyoos y la séptima plaga bíblica

En la actualidad se encuentran disponibles en la red un sinnúmero de recursos audiovisuales que pueden ser empleados en el aula de ciencias, siempre y cuando sean usados con objetivos de aprendizaje definidos y no se reduzcan a la mera exposición de materiales sin convertirlos en objeto de discusión en clase. Por tal razón, esta actividad busca hacer un uso crítico de tales recursos abordando otras actividades de contextualización que enriquezcan las construcciones de los (as) PQFI sobre la solubilidad de gases en líquidos y generen nuevas discusiones con respecto al fundamento químico de los aspectos abordados en los videos. Por un lado, los fragmentos de los programas *Maravillas Modernas* de *History Channel* (<http://bit.ly/akg7XY>), y *Cómo se Hace* de *Discovery* (<http://bit.ly/9S6gK0>), abordan de forma sencilla el proceso llevado a cabo en una planta embotelladora para la producción de gaseosas, mientras que el fragmento del documental *El Exodo Decodificado* (<http://bit.ly/dm2b7s>) expone las incidencias del desastre natural del Lago Nyoos de Camerún en 1986, y su conexión con la elaboración de una explicación científica de la plaga bíblica que, según el Éxodo, provocó la muerte de los primogénitos egipcios.



Figura No 3. Actividades de contextualización disponibles en internet

CUADRO No 6
Actividades de Contextualización
Preguntas Orientadoras

- ¿A qué se debe el particular sonido producido por tus nudillos, cuando por ejemplo halas tus dedos?
- ¿En qué momento se comienzan a formar burbujas en el fluido sinovial? ¿por qué crees que las burbujas son esféricas?
- ¿Cuáles son los dos procedimientos ilustrados en los videos para disolver el dióxido de carbono en las gaseosas?
- ¿Para qué se enfría la bebida y el gas en uno de los métodos de carbonatación?
- ¿Cómo podría explicarse la repentina liberación de dióxido de carbono del lago Nyos en términos de la ley de Henry?
- ¿Cuál es la sustancia responsable de generar presión sobre el gas proveniente del volcán inactivo?
- ¿Qué hecho provocó la disminución de la presión que permitiera la liberación del dióxido de carbono disuelto en el lago?

Actividad 10. Reflexiones en torno a las implicaciones didácticas de la unidad.

El objetivo fundamental es que los PQFI reflexionen sobre el papel del (la) profesor (a) de química en la actualidad, a la luz de la didáctica de las ciencias como una disciplina científica consolidada que ha refutado el rol del docente como simple transmisor de significados verdaderos, irrefutables e inmodificables; en últimas, el profesor es invitado a superar la transmisión-asimilación de

conocimientos e iniciar un proceso metacognitivo que le permita superar visiones deformadas de lo que es la ciencia y el trabajo científico, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que muy posiblemente ha adquirido a lo largo de su experiencia escolar previa.

4. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

4.1. Identificación de problemas científicos y comunicación de ideas.

<i>Identificación de un problema científico.</i>	¿Por qué el chupo de un biberón se infla por acción de una bebida gaseosa?	
<i>Seleccionar tipología o dimensión del problema.</i>	<i>Conceptual</i>	Solubilidad de gases en líquidos desde lo molar, lo molecular y lo eléctrico. Factores que afectan la solubilidad de gases en líquidos. Ley de Henry y sus condiciones límite de aplicabilidad.
	<i>Procedimental</i>	Construcción de un artefacto que permita la construcción de las relaciones entre las variables macroscópicas establecidas en la Ley de Henry.
	<i>Actitudinal</i>	Discusiones, contrastaciones argumentadas, negociaciones y acuerdos entre pares para la construcción de modelos complejizados.
<i>Identificar la teoría que subyace.</i>	Solubilidad de gases en líquidos (ley de Henry)	
<i>Identificar plano de desarrollo en que está formulado inicialmente el problema científico desde la naturaleza de las ciencias.</i>	<i>Plano instrumental u operativo</i>	¿Cuáles son los factores que afectan la solubilidad de los gases en líquidos? ¿Cuáles son las relaciones de proporcionalidad que establece la Ley de Henry? ¿Cuáles son los límites de aplicabilidad de la Ley de Henry?
	<i>Plano personal o significativo</i>	¿Qué fenómenos cotidianos pueden ser explicables a partir del modelo químico para la solubilidad de gases en líquidos? ¿Cómo explicas la Ley de Henry, las enfermedades de descompresión que sufren los buzos y los nudillos de las articulaciones? ¿Es de utilidad la Ley de Henry en el proceso de fabricación de bebidas gaseosas?

	<p><i>Plano social o cultural</i></p>	<p>Participación efectiva y crítica de las actividades de equipo y por medio de los debates suscitados en el colectivo.</p> <p>-Contrastación y argumentación sustentadas en los modelos construidos por otros integrantes del colectivo.</p> <p>-Negociación de intereses y posturas con los integrantes del colectivo para la construcción consensuada de un modelo conjunto más complejo y de mayor poder heurístico.</p>
--	---------------------------------------	--

4.2. **Problematización e identificación de tipologías de competencias.**

<p><i>Vincular el tipo de problema con algún tipo de competencia específica que se quiera desarrollar.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Observen y registren información sobre las actividades experimentales realizadas. - Interpreten la información para inferir explicaciones a partir de hipótesis previamente construidas. - Construyan y comuniquen modelos descriptivos y explicativos que den cuenta del fenómeno del crecimiento de un chupo por una gaseosa.
<p><i>Comunicar a los (as) PQFI el tipo de competencia científica y sugerencia para resolver el problema enunciado.</i></p>	<p>Observar: usar los sentidos e instrumentos para registrar fenómenos, objetos y procesos.</p> <p>Registrar: obtener, exponer y presentar datos, hallazgos y conclusiones.</p> <p>Inferir: elaborar juicios basándose en observaciones y experiencias.</p> <p>Formular hipótesis: plantear un problema en forma de pregunta, predicción o explicación que pueda verificarse mediante un proceso de experimentación.</p> <p>Construir modelos: describir y explicar las relaciones entre distintas ideas usando representaciones matemáticas o gráficas generalmente simplificadas.</p> <p>Interpretar: analizar la información y ofrecer explicaciones, organizar datos, sacar conclusiones y hacer predicciones.</p> <p>Argumentar: Operación lógica en la que se determina la fundamentación de un juicio o razonamiento de partida, mediante el establecimiento de relaciones entre otros conceptos y juicios conocidos anteriormente.</p> <p>Explicar: exponer detalladamente las causas, razones o mecanismos de un objeto, fenómeno o proceso determinado, de modo que exprese las relaciones entre todas sus características conocidas.</p> <p>Comunicar: Expresar información de diversas formas: oral,</p>

	escrita, visual (gráficas, diagramas, ecuaciones, tablas, etc.)	
<i>Enseñar a los (as) PQFI a identificar el plano de análisis en el que reflexionan el problema científico.</i>	<i>Plano instrumental u operativo</i>	Experimento Ilustrativo
	<i>Plano personal o significativo</i>	¿Qué nuevos modelos puedo construir a partir de la realización del experimento ilustrativo?
	<i>Plano social o cultural</i>	Socialización, contrastación, argumentación, negociación y consenso de modelos descriptivos y explicativos acerca del fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos.
<i>Identificar con los (as) PQFI el marco teórico, procedimental y recursos que posibilitan a enfrentarse a resolver el problema (algoritmos y heurísticos).</i>	<i>Marco teórico</i>	Mezclas, soluciones, temperatura, presión, fase gaseosa, fase líquida, punto de ebullición, fuerzas intermoleculares, Ley de Henry.
	<i>Marco procedimental</i>	Experimento Ilustrativo.
	<i>Recursos</i>	Material documental para la realización de las actividades. Materiales para la construcción del artefacto involucrado en la actividad experimental.

4.3. Evaluación de la experiencia con los (as) PQFI

<i>¿Qué desarrollo de pensamiento potenció la problemática presentada? ¿En qué planos de desarrollo los situamos?</i>	¿Cuáles fueron los criterios utilizados para evaluar la el problema científico?
	¿Cómo fue enfrentado el problema científico? ¿Cómo fue enfrentado?
	¿Cuáles fueron las mayores dificultades de análisis de las problemáticas presentadas? ¿Cómo se pueden superar?

5. REFLEXIONES SOBRE LA APLICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

La propuesta presentada se convierte en un primer ejercicio de aproximación al estudio de un modelo químico fundamental y de gran poder explicativo, que sin embargo suele ser abordado hasta cursos avanzados de fisicoquímica en las licenciaturas. Las actividades que se proponen buscan fundamentalmente

privilegiar la relación de los modelos químicos que a este nivel los PQFI han construido por ejemplo sobre gases, soluciones, pH y ebullición, de forma que no sean percibidos por el profesor en formación como construcciones aisladas. Así mismo, busca evidenciar la transversalidad de diferentes ciencias de la naturaleza, en la medida que las actividades de contextualización abarcan implicaciones a nivel químico, biológico, físico e incluso ingenieril.

De esta manera, el trabajo de construcción de modelos descriptivos y explicativos en el colectivo genera una visión amplia acerca del fenómeno de la solubilidad de gases en líquidos, dado que posibilita abordarlo desde los tres niveles de representación de la materia: molar (fenómeno percibido por el cambio de variables macroscópicas), molecular (modelización de la distribución de las moléculas del gas en el líquido, por ejemplo) y eléctrico (por ejemplo, fuerzas intermoleculares que permiten la interacción soluto- soluto, soluto solvente, y solvente-solvente), lo que conlleva a la promoción de competencias de pensamiento científico de alto nivel como la formulación de hipótesis, interpretación, argumentación, explicación y comunicación.

De igual forma, la estrategia mediante la cual se trabajan las diferentes actividades permite desarrollar el trabajo cooperativo y realizar un proceso de evaluación continuo, transversal y horizontal, en donde además se asumen roles de par que rompen con el tradicional esquema organizativo del aula de clase en el nivel universitario.

Por último, el trabajo que se aborda en la unidad didáctica convoca a la reflexión de los profesores en formación acerca del qué, por qué, cómo y para qué enseñar química en la actualidad, buscando que ésta propuesta se convierta en una oportunidad para que el profesorado de química en formación reconozca su papel como profesional de la educación en ciencias y complejice su visión acerca de lo que es el trabajo científico, la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en ciencias naturales y de la química en particular.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

A continuación se listan por tópicos, las principales referencias bibliográficas que se tuvieron en cuenta para la construcción de ésta unidad didáctica, algunas de las cuales se han citado en el desarrollo del texto, y que esperamos sirvan de apoyo a los (as) colegas y estudiantes para profundizar en su comprensión.

i. Historia de la solubilidad de gases en líquidos.

Brock, W.H. (1998). *Historia de la química*. Madrid: Alianza S.A.

Cubillos, G. (2003). *Introducción al pensamiento químico. De los átomos de Demócrito al carbono tetraédrico de Van't Hoff*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.

Henry, W. (1803). Experiments on the quantity of gases absorbed by water at different temperatures, and under different pressures. *Philosophical Transactions*. Part I, pp. 29- 43. En línea: <http://bit.ly/9HwUiC> (28/05/10)

Priestley, J. (1772). *Directions for Impregnating Water with Fixed Air in order to communicate to it the peculiar Spirit and Virtues of Pyrmont Water, And other Mineral Waters of a similar nature*. London. En línea http://www.truetex.com/priestley-1772-impregnating_water_with_fixed_air.pdf (28/05/10)

ii. Niveles de representación del discurso químico.

Jensen, W. (1998.a). Logic, history and chemistry text book. Does chemistry a logical structure? *Journal of Chemical Education*. 75 (6), pp. 679- 687.

Jensen, W. (1998.b). Logic, history and chemistry text book. Can we unuddle the chemistry text book? *Journal of Chemical Education*. 75 (7), pp. 817- 828.

Jensen, W. (1998.c). Logic, history and chemistry text book. One chemical revolution or tree? *Journal of Chemical Education*. 75 (8), pp. 961- 969.

iii. Química Cotidiana: fundamentos conceptuales y metodológicos.

Aragón, M. (2004). La ciencia de lo cotidiano. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 1 (2), pp. 109-121. En línea: <http://www.apac-eureka.org/revista> (26/11/09)

Caamaño, A. Corominas, J. Segura, M. Ventura, T. (2003). Química cotidiana: un proyecto para la enseñanza de una química contextualizada en la educación obligatoria. En Pinto, G. (editor). *Didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

De Manuel, E (2004). Química cotidiana y currículo de química. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*. Segunda época Enero-Marzo, pp. 25-33.

Garritz, A. Chamizo, J.A. (1994). Chemistry teaching through the student's world. *Journal of Chemical Education*. 71 (2), pp. 143- 145.

Jiménez, M. Sánchez M. De Manuel, E. (2002). Química cotidiana para la alfabetización científica: ¿realidad o utopía? *Educación Química*. 13 (4), pp. 259-266.

Jiménez, M. Sánchez M. De Manuel, E. (2003). Química cotidiana: ¿amenizar, sorprender, introducir o educar? En Pinto, G. (editor). *Didáctica de la Química y la Vida Cotidiana*. Madrid: Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid.

Jiménez, M. De Manuel, E. (2009.a). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación). *Enseñanza de las Ciencias*. 27 (2), pp. 257- 272.

Jiménez, M. De Manuel, E. (2009.b). La química cotidiana, una oportunidad para el desarrollo profesional del profesorado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 8 (3), pp. 878- 900. En línea: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART7_Vol8_N3.pdf (26/11/09)

Jones M., Miller C. (2001). Chemistry in the real world. *Journal of Chemical Education* 78 (4), pp. 484-487.

Morales, R.W. Manrique. F. (2009). *Química cotidiana: una propuesta para la formación de profesores de química*. Tesis de grado. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

iv. Construcción de modelos.

Amador, R. Gallego, R. Pérez, R. (2008). Desde qué versiones epistemológicas los profesores en formación inicial construyen modelos mentales: una investigación didáctica. *Tecné, Episteme y Didaxis*. (24).

Castro, E. (1992). El empleo de modelos en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*. 10 (1), pp. 73- 79.

Galagovsky, L. Di Giacomo, M. A. Castelo, V. (2009). Modelos vs. Dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 8 (1) En línea: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART1_Vol8_N1.pdf. (26/11/09)

Gallego, A. (2006). Consideraciones sobre la categoría epistemológica de modelo. *Tecné, Epsiteme y Didaxis*. (19), pp. 114-127.

Gallego, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 3 (3). En línea: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen3/Numero3/ART4_VOL3_N3.pdf (26/11/09)

Justi, R. (2006). La enseñanza de las ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*. 24 (2), pp. 173- 184.

Sanabria, Q. (2007). *Modelos sobre disoluciones electrolíticas. Implicaciones en la formación de profesores de química*. Tesis de maestría. Bogotá, D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

v. Trabajos prácticos.

Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique*. (39), pp. 8-19.

vi. Unidades Didáctica y trabajo cooperativo.

Fernández, J. Elortegui, N. Rodríguez, J. Moreno, T. (2002). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* Sevilla: Diada Editora.

Ibáñez, V. y Gómez Alemany, I. (2005). La interacción y la regulación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la clase de ciencias: Análisis de una experiencia. *Enseñanza de las ciencias* 23(1), pp. 97–110.

Izquierdo M. (2005). Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las ciencias*. 23(1), pp.111-122.

Sanmartí, N. (2005). *La unidad didáctica en el paradigma constructivista*, en Couso, D. Badillo, E. Perafán, G. Adúriz-Bravo, A. (compiladores). *Unidades*

didácticas en ciencias y matemáticas. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.

Sanmartí, N. (2007). *Evaluar para aprender*. España: Editorial Grao.

vii. Formación de profesores de química.

Amador, R. Muñoz, L. Gallego, R. (2007) en Gallego, R. Pérez, R. Torres, L. (compiladores). *Didáctica de las ciencias: aportes para una discusión*. Bogotá, D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.

Gallego, A. Gallego, R. (2006). *Acerca de la didáctica de las ciencias de la naturaleza. Una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada*. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.

viii. Fenómenos químicos cotidianos relacionados con la ley de Henry.

Chang, R (2002). *Buceo y las leyes de los gases*. En Química. Séptima edición. México: Mc Graw Hill.

Karukstis, K. Van Hecke, G. (2000). *Chemistry connections: the chemical basis of everyday phenomena*. EE.UU.: Harcourt Academic Press. Kimbrough, D. (2000). Noise Knuckles and Henry's law. *ChemMatters*. 18 (4), pp. 12- 13. National Science Foundation. Henry's law experiment. <http://bit.ly/9YLO0d> (28/05/10)

CAPITULO 6

Teoría electroquímica en la educación media. Una propuesta didáctica fundamentada en la Historia de la ciencia

Johanna Camacho

*Profesora de Química
Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.*

Gilda Zanocco

*Profesora de Química.
Colegio William Killpatrick, Santiago de Chile.*

Oscar Miranda

*Profesor de Química
Colegio Lorenzo Sazie, Santiago de Chile.*

Carolina Astudillo

*Profesora de Química
Colegio San Ignacio, Santiago de Chile.*

Ana Frías

*Profesora de Química
Colegio San Anselmo, Santiago de Chile.*

Índice del capítulo

- ✓ Resumen.
- ✓ Introducción.
- ✓ Una breve perspectiva historiográfica de la electroquímica.
 - ✓ Planificación docente.
 - ✓ Desarrollo de la unidad didáctica.
 - ✓ Exploración.
 - ✓ Sistematización.
 - ✓ Aplicación.
- ✓ Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.
 - ✓ Referencias bibliográficas.

RESUMEN.

Esta Unidad Didáctica se fundamenta en la Historia de la Ciencia y presenta una secuencia de enseñanza aprendizaje para la teoría electroquímica. Las actividades que se proponen tienen como principal objetivo que los y las estudiantes de educación media comprendan el cambio químico vinculado a las variaciones eléctricas de las sustancias, promoviendo competencias de pensamiento científico en relación a la naturaleza de la ciencia, el lenguaje y la comunicación científica.

1. INTRODUCCIÓN

La electroquímica se ha caracterizado como una de las temáticas más difíciles de enseñar y aprender en la química escolar (Davies, 1991; Griffiths, 1994; De Jong, Acampo y Verdonk, 1995; Níaz y Chancón, 2002). Esta dificultad radica, según De Jong y Treagust (2002) en aspectos conceptuales entorno a la dependencia mutua de las reacciones de óxido reducción, el significado del número de oxidación, el proceso de transferencia de electrones, la carga del ánodo y el cátodo en las pilas electroquímica; así como en aspectos procedimentales, en relación a la identificación de reactantes como agentes oxidantes o reductores, la identificación de ecuaciones químicas como ecuaciones de óxido reducción y la identificación del ánodo y cátodo en una pila.

Tradicionalmente la enseñanza de este concepto químico ha estado dividido en dos partes; la primera, que consiste en la descripción de los procesos de oxidación y reducción, para comprender las reacciones redóx y la segunda, que tiene relación con las pilas electroquímica o celdas galvánicas. Además, de tener un fuerte componente instrumental, es decir, favorecer actividades hacia la memorización de los números de oxidación; el balanceo de ecuaciones y la resolución de ejercicios cuantitativos, con una débil comprensión conceptual.

La complejidad de la enseñanza y aprendizaje de la electroquímica radica en la propia evolución de los diferentes conceptos científicos y las prácticas experimentales asociadas, provenientes de diferentes áreas científicas como la fisiología, física, la química y la matemática.

Desde la perspectiva de la Historia de la Ciencia, es posible identificar y reconocer cómo han evolucionado los conceptos relacionados con la teoría electroquímica y establecer algunas estrategias didácticas que permitan la comprensión de éstos en la actividad científica escolar. Esta opción se fundamenta principalmente, en

el reconocimiento de esta área metacientífica en la educación en ciencias como una manera de contextualizar los conocimientos químicos para saber sobre ciencia y acerca de la ciencia (Matthews, 1994) y además promover competencias de pensamiento científico como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y otras, relacionadas con un enfoque comunicativo interpretativo (Descripción, interpretación, justificación, argumentación y explicación) (Camacho & Quntanilla, 2008)

2. UNA BREVE PERSPECTIVA HISTORIOGRÁFICA DE LA ELECTROQUÍMICA

Según Grapí (2009), *“el descubrimiento de la pila eléctrica de Volta al principio del S. XIX va a abrir a los químicos las fronteras de un nuevo territorio que va a resultar fuertemente fructífero en diversos campos”*. Sí bien es en el S. XVIII la preocupación de la comunidad científica, con respecto a la electricidad, estaba enfocada hacia la producción a través de medios artificiales (a través de la fricción) o naturales (pez torpedo o la contracción muscular); es hasta el S. XIX que se empieza a evidenciar una relación entre la producción de electricidad a través de la descomposición química.

Durante la primera mitad de este siglo, se publican en Inglaterra diferentes, corregidas y ampliadas ediciones de un gran libro de divulgación dirigido en particular a la mujeres, *Conversation on Chemistry* de Jane Marcet (1806 – 1853). Este libro cuya estructura se caracteriza por la conversación de dos estudiantes mujeres y su profesora, por su gran rigor científico, precisión conceptual y explicaciones a través de diferentes experimentos e ilustraciones, ha sido catalogado por Knight (1986) como una forma de conocer cómo fue la evolución conceptual de la teoría electroquímica durante este período fructífero para la comprensión del cambio químico y la propuesta de diferentes técnicas e instrumentos para su estudio.

A través del experimento de Galvanic con las ancas de rana (Galvanismo), se tiene en cuenta la acción de los metales, hecho que aprovecharía favorablemente Volta para la elaboración de su Pila y la explicación de la producción de electricidad en relación a los fluidos. Sin embargo, Davy es quien va a establecer una relación entre la electricidad y la descomposición química de las sustancias, otorgando un significado importante en relación a la afinidad o no de las sustancias según su naturaleza eléctrica. Los aportes de otros científicos como Oersted, Ampère y Liebig van configurando la teoría electroquímica que posteriormente Berzelius logra interpretar en función de las proporciones de materia que se combina y de los flujos eléctricos que estaban implicados *“Es claro que la misma causa, que produce las combinaciones o las descomposiciones como la pila eléctrica, deben cooperar también en los mismos fenómenos fuera de esta”* (Berzelius, 1811, p. 257). Así, él pretendía no sólo explicar el cambio químico sino

el carácter electropositivo o negativo que tenían las sustancias en relación a las otras sustancias con las cuales reaccionaba.

Berzelius, de esta manera atribuyó al oxígeno, que ya había sido descubierto por Lavoiser quien hablaba de oxidación, la mayor electronegatividad y el carácter dual de otras sustancias como los no metales con respecto al oxígeno (electropositivo) o con respecto a metales (electronegativo). Sin embargo, es importante además considerar los trabajos de Liebig en relación a la deshidrogenación de los alcoholes en aldehídos, que definían la oxidación y reducción en función del hidrógeno. También, los aportes de Lewis, ya que en el S.XX según la teoría electrónica de valencia describe la reacción redox relacionada como una combinación de dos medias reacciones, incluida la transferencia de electrones, a la que posteriormente fue introducida el número de oxidación en relación a los cambios de oxidación.

Finalmente, otro aspecto importante para la fundamentación y propuesta de la teoría electroquímica lo constituyen la relación matemática entre el cambio químico producido por la cantidad de electricidad, la que según, quizás el lector más famoso del libro de Marcet, Michael Faraday era igual a una relación proporcional.

A través de las siguiente Unidad Didáctica que se propone para la enseñanza de la electroquímica en la actividad científica escolar, se proponen diferentes temáticas transversales en relación al desarrollo conceptual de la teoría electroquímica desde la Historia de la Ciencia; la valoración y reconocimiento del trabajo científico de las mujeres; el aporte y diseño de diferentes instrumentos; la dinámica y metodología de las comunidades científicas y de la actividad cinética y finalmente, la promoción de competencias de pensamiento científico.

3. PLANIFICACIÓN DOCENTE

Tabla 1. Planificación Docente.

UNIDAD 2: ELECTROQUÍMICA	
OBJETIVO: Comprender el cambio químico vinculado a las variaciones eléctricas de las sustancias, desarrollando competencias de pensamiento científico a través de la incorporación de la Historia de la Ciencia.	
EXPLORACIÓN DE IDEAS	INTRODUCCIÓN DE CONTENIDOS
Objetivo: Identificar las ideas previas de los y	Objetivo: El/la estudiante explicará cómo se produce una reacción química que origina electricidad y cómo

las estudiantes sobre la relación entre electricidad y cambio químico.		ocurre el proceso de obtención de nuevas sustancias, a partir de la electricidad.		
Sesión 1		Sesión 2		
ACT	ACTIVIDAD 1. Lectura del texto adaptado de Jane Marcet	ACTIVIDAD 2. Debate entre dos grupos		
CONCEPTOS CIENTÍFICOS	Jane Marcet (1806 -1853)	Alessandro Volta (1800)	Humphry Davy (1811)	Jöns Jacob Berzelius (1815)
	¿Cómo se produce la electricidad?	Pila de Volta	Polarización (Electrizan, cargan) de las sustancias	Coexistencia de dos partes/polos/cargas/ positiva y negativa en cualquier partícula "átomo"
	Producción de electricidad	Contacto de Metales distintos (Zn -Cu) (Teoría de Contacto)	Cuando dos sustancias tienden a unirse se polarizan con cargas contrarias	Electronegatividad extrema al Oxígeno y otras menores Metales
	Galvanismo	HCl (Líquido conductor)	Descomposición Química que producía la electricidad	Naturaleza eléctrica de toda combinación química
	Pila de Volta		Contacto de dos metales, también es necesario evaluar lo que ocurre con las sustancias que están en solución	Electropositivos Electronegativos
			Descomposición de la Potasa (KOH)	Atracción y repulsión que ejercían los

			Sosa (NaOH)	polos sobre las sustancias químicas	
			Descubrimiento del Sodio y el Potasio	"Neutralización" " $M^{+} + O^{-} = (MO)$; $(MO) = M^{+} + O^{-}$	
				Cáncer electivo (electronegatividad) $AB + C = AC + B$	
			¿Relación entre la electricidad y la cantidad de sustancia? (Pila de Volta más grande)	¿Proporciones?	
HPS - NOS	Mujeres científicas				
	Divulgación y enseñanza de la química				
	Instrumentos				
				Elementos Químicos	
				Símbolos químicos	
				Química orgánica e inorgánica	
Naturaleza de la Ciencia ¿Qué es la Actividad Química? ¿Cómo es el trabajo de las Comunidades?					
CPC	Identificar /Reconocer	Describir /Definir	Analizar / Relacionar	Plantear problemas	
	EXPLICACIÓN			ARGUMENTACIÓN	

Tabla 1. Planificación Docente (Continuación)

SISTEMATIZACIÓN			APLICACIÓN	
Objetivo: Las y los estudiantes explicarán, a través de un texto la relación, que existe entre un cambio químico y la electricidad.			Objetivo: Argumentar acerca el funcionamiento de la Pila de Daniel y sobre el uso de los diferentes tipos de pilas.	
Sesión 3			Sesión 4	
ACT	ACTIVIDAD 3. Construcción de la Pila de Daniell - Noticia		ACTIVIDAD 4. Reciclaje de Pilas	
CONCEPTOS CIENTÍFICOS	Michel Faraday (1832)	John F. Daniell (1836)	Tipos de Pilas	Tratamiento / Reciclaje
	Cargas negativa y positiva	Pila de Daniell	Pilas salinas	Química Verde
	Oxidación; Reducción	Carácter oxidante y reductor	Pilas alcalinas	
	Descomposición Química que producía la electricidad	Soluciones sin Hidrógeno (Puente salino)	Pilas de Litio	
	Cátodos y ánodos	Electrodeposición	Pilas recargables	
	Electrodos	Oxidación-Reducción		
	Conservación de cargas	Toda oxidación conlleva una reducción		
	"Iones"	Electrólitos		
	Cantidad de compuesto químico que se descompone es proporcional a la cantidad de electricidad utilizada	Aplicación de las leyes de Faraday		
		Balaneo de ecuaciones Rédox Estados de Oxidación		
HPS-NOS	Divulgación y enseñanza de la química			
	Instrumentos			
CPC	Justificar	Argumentos		
	ARGUMENTACIÓN			
DESTINATARIOS	Estudiantes de III Medio			
TEMPORALIDAD	4 Sesiones (90 minutos cada una)			

3. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

A continuación se propone una serie de actividades enmarcada en el Ciclo de Aprendizaje Constructivista (Sanmartí, 2000) el cual se desarrolla en cuatro fases: I Exploración; II. Introducción de nuevos conceptos; III. Sistematización y IV. Aplicación, en cada una de estas fases se describen los objetivos, las indicaciones para el profesor y las actividades para el estudiantado.

I. Exploración.

- a. **Objetivo:** Identificar las ideas previas de los y las estudiantes sobre la relación entre electricidad y cambio químico.
- b. **Indicaciones para el profesor/la profesora:** Proponer la siguiente actividad a estudiantes agrupados de a tres.
- c. **Actividades**

1. Leer el siguiente texto en grupos de tres estudiantes.
--

SOBRE LA ACCIÓN QUÍMICA DE LA ELECTRICIDAD*

PROFESORA. *En la clase de hoy estudiaremos algunas propiedades de la electricidad las cuales tienen una relación con los fenómenos químicos. En particular aludiré a la Pila de Volta la cual ustedes quizás conocen.*

MARCELA. *Sí, algo hemos escuchado pero no la entendemos, así que será muy interesante escuchar la explicación.*

CARLA. *Bueno, debo confesar, que a mi no me interesa la química, no me parece tan entretenido conversar sobre fenómenos abstractos. Sin embargo, creo que la electricidad es importante para nuestras vidas, yo esperaría que usted profesora nos cuente algunas cosas más cercanas para nosotras.*

* Fragmento Adaptado de Marcet, J. (1853). *Conversations on chemistry in which the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments. Vol. 1 On simple bodies.* London: Longman, Brown, Green & Longmans.

PROFESORA. *Entonces, yo les comentaré la importancia y novedad del tema. Se han comprobado y descubierto importantes aspectos que nos permitirán comprender y explicar en qué consiste la electricidad y cuáles son las causas de ésta. Recordarás Carla, que hay algunos científicos, que reconocen que existen dos tipos de cargas eléctricas, positiva y negativa. Se supone que estas cargas al mantenerse unidas parece ser que se neutralizan. Sin embargo, cuando se excitan estas sustancias, por ejemplo al frotar una vara de vidrio con un paño, entonces experimentan una carga eléctrica y una de ellas queda con carga negativa y la otra con carga positiva.*

MARCELA. *A sí, lo mismo ocurre al frotar una peineta sobre el cabello.*

PROFESORA. *Exacto, muy bien. Es decir, que a partir de la fricción se pueden experimentar diferentes cargas eléctricas. Ahora veremos qué ocurre con las sustancias químicas. Estás inicialmente fueron estudiadas por un profesor italiano llamado Luigi Galvanic, quien realizó algunos experimentos en los músculos de las ranas. Él observó que al colocar dos trozos de metales distintos unidos por los nervios de una de las ancas de la rana, muerta recientemente, la extremidad de repente se movía.*

CARLA. *¿Y por qué se movía?*

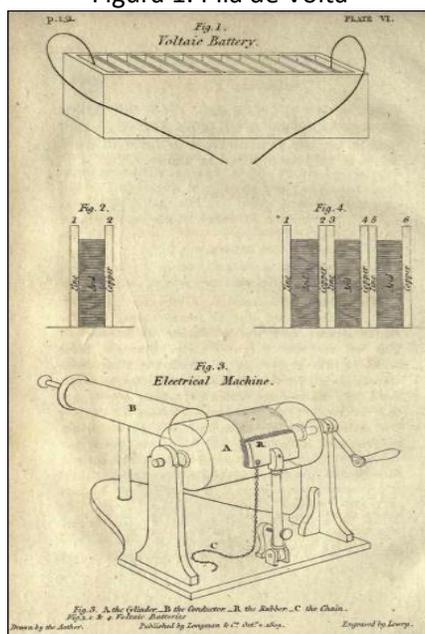
PROFESORA. *Los dos metales estaban en contacto y experimentaban una comunicación entre ellos. Según Galvanic algunas partes del cuerpo producían electricidad y esta es transferida a los nervios, acumulada en los músculos lo cual producía el movimiento en la anca de la rana. Sin embargo, no me detendré en esto ya que esta explicación fue revocada por experimentos posteriores. Como por ejemplo el trabajo de otro científico italiano, Alessandro Volta, quien trabajó en este tema con mucho mayor éxito, demostró que los fenómenos hechos no dependían de los órganos de la rana sino de las cargas eléctricas de los metales. Él construyó una pila y se dio cuenta que no sólo era necesario que los dos metales estuvieran en contacto sino que además se requería alguna sustancia adicional, que serviría como conductor, para producir electricidad*

MARCELA. *¿Por ejemplo, el aire?*

PROFESORA. *Quizás más bien la humedad y el dióxido de carbono que existe en la atmósfera. Se ha encontrado que el agua y algunos ácidos diluidos en agua sirven para este efecto. Teniendo en cuenta esto*

Volta construyó un original aparato, la pila que vemos en la Figura 1, que consistió en una sucesión de placas de Cobre y Zinc, cada par soldada, estaba conectada de piezas de tela o papel impregnadas con agua y colocadas de forma regular.

Figura 1. Pila de Volta



Fuente: Marcet, J. (1932)

Para comprender más fácil, esta pila, vemos que las dos placas metálicas están separadas y que se encuentran en un líquido ácido, las dos placas separadas, entonces la placa de cobre experimenta una carga positiva y la placa de zinc una electricidad negativa, pero esto ocurre por la acción del ácido o, en otras palabras, el cobre será eléctricamente positivo, y el zinc eléctricamente negativa.

CARLA. Entonces, si colocamos más placas, en las que la electricidad pueda pasar, podemos generar mayor cantidad de electricidad. Así podría construir una pila de Volta.

PROFESORA. Es cierto que cuanto mayor sea el número de placas, mayor será la intensidad de la pila y así la electricidad se transmitirá de una placa a las otras, hasta que el conjunto es acumulado en las dos placas que terminan la pila; electricidad positiva en la placa de cobre

en un extremo, y la negativa en el zinc en el otro. Estos dos extremos se llaman polos, la placa de cobre es el polo positivo, y la placa de zinc el polo negativo, y cada una de estas placas de soporta toda la carga de su electricidad respectiva. Pero si estas dos placas no se comunican a través de un conductor entonces no producirá electricidad y la pila dejará de funcionar.

CARLA. *¡Esto de la Pila de Volta es un invento súper interesante! Tendríamos que ver si todas las sustancias producen electricidad*

MARCELA. *¿O si a través de la electricidad se pueden producir nuevas sustancias?*

PROFESORA. *El tema ha sido investigado por muchas personas. Por ejemplo Humphry Davy, Director de la Royal Institución de Inglaterra y también por Jöns Berzelius un médico sueco que se dedicó con gran pasión a la Química y a algunos estudios acerca de los minerales.*

MARCELA. *¿Y no pueden decirnos por qué medios estos descubrimientos fueron hechos?*

PROFESORA. *El tiempo no nos da para más. Sin embargo, puedo decirles que estos aportes han sido de gran relevancia para el desarrollo de la química como una actividad experimental que se diferencia por ejemplo de la física, al estudiar la transformación de las sustancias, el cambio químico.*

CARLA. *Bueno, ahora que nosotras comprendemos algo de la acción de la pila de Volta y esta manera en cómo se pueden relacionar la electricidad con las reacciones químicas, yo me iré a buscar algo acerca de los inventos de esos caballeros que usted menciona.*

2. A partir del texto y de las ideas de cada uno, contesten las siguientes preguntas

- **Describan** qué aspectos del texto les llamaron la atención y por qué.
- **Describan** cómo funciona la pila de Volta.
- **Justifiquen** por qué deben existir sustancias electronegativas y electropositivas.
- **Expliquen** cómo se relaciona la electricidad con la transformación de nuevas sustancias.

- **Expliquen** cuál creen que ha sido la importancia de la Pila de Volta para el desarrollo de las pilas que conocemos actualmente.

II. Introducción de nuevos conceptos.

- a) **Objetivos.** El/la estudiante explicará cómo se produce una reacción química que origina electricidad y cómo ocurre el proceso de obtención de nuevas sustancias, a partir de la electricidad.
- b) **Indicaciones para el profesor/la profesora:** Conformar grupos que trabajen con las aportaciones de Davy y Berzelius. Se sugiere entregar materiales previamente y/o recomendar bibliografía para que puedan preparar y planificar el debate. Una vez los grupos estén organizados, se dará inicio al debate; mientras los y las estudiantes de grupo exponen sus ideas el otro grupo tomarán nota para preparar los argumentos y contrargumentos.
- c) **Actividades.**

1. **Preparación y planificación de la explicación.** ¿cómo se produce una reacción química que origina electricidad y cómo ocurre el proceso de obtención de nuevas sustancias, a partir de la electricidad?

SOCIAL	• ¿Quién era Humphry Davy? / Jöns Berzelius
COMUNICATIVO	• ¿Cuáles fueron los principales aportes de Davy /Berzelius a la comunidad de químicos?
CONTEXTUAL	• ¿Cuáles fueron las ideas de Davy/ Berzelius, acerca del fenómeno de la producción de electricidad a través de las reacciones químicas?
PROCEDIMENTAL	• ¿Cuáles fueron los recursos, procedimientos y/o estrategias que permitieron que Davy/Berzelius estudiará la relación entre reacción química y electricidad?
INSTRUMENTAL	• ¿Cómo a partir de las ideas de Davy/Berzelius podría explicar la oxidación de un metal?
PERSONAL	
SIGNIFICATIVO	

Algunas sugerencias. Como por ejemplo explicar:

- Interpretar los hechos / datos /información
- Ordenar los datos /hechos / información.

- Destacar los aspectos más importantes
- Síntesis y Análisis
- Relacionar los datos /hechos / información con la teoría electroquímica
- Conclusiones

2. Apuntes Argumentos y contrargumentos.

Nombre: _____

Qué dijo el científico

En qué estoy de acuerdo /En qué no estoy de acuerdo

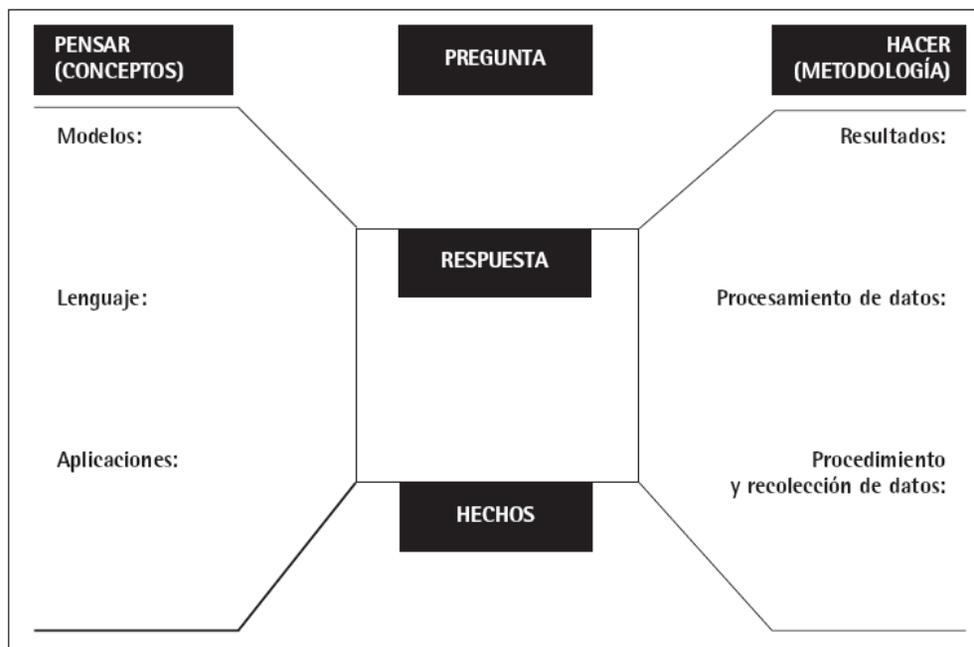
Por qué

Argumentos en los que me fundamento

III. Sistematización.

- Objetivos.** Los y las estudiantes explicitarán que han aprendido a través la elaboración de una V Heurística que sistematice y concluya cuál puede ser la relación entre la descomposición química y la electricidad.
- Indicaciones para el profesor/la profesora:** El profesor o profesora explicará cómo se construye un diagrama Heurística, V de Gowin (Novak y Gowin, 1998) y las diferentes zonas que tiene para poder enfrentar la situación problemática. Una vez hayan terminado este diagrama, se le pedirá que elaboren una explicación para las niñas de la conversación (actividad I. 1).
- Actividades.**

1. A partir de los conceptos trabajados, las fuentes consultadas, los instrumentos conocidos y los ejemplos discutidos, **Construye una V de Gowin** a través de la cual se pueda responder *¿cuál crees tú que puede ser la relación entre la descomposición química y la electricidad?*



Fuente. Chamizo e Izquierdo (2007)

2. Recuerdas que Carla y Marcela, las chiquillas de la conversación con la Profesora, estaban inquietas por saber cómo era la relación entre cambio químico y electricidad. *¿Cómo podrías tú **explicarles** el cambio químico que se produce por acción de la electricidad?*

IV. Aplicación.

- a. **Objetivos.** Las y los estudiantes argumentarán acerca del funcionamiento de la Pila de Daniel y sobre el uso de los diferentes tipos de pilas.
- b. **Indicaciones para el profesor/la profesora:** Hacer una breve introducción acerca las pilas electroquímicas. Se sugiere que la construcción de la pila de Daniell se realice a partir de las ideas que exponen los y las estudiantes, las cuales le permitan al profesorado identificar algunas posibles imprecisiones conceptuales, así como a las y los estudiantes ser capaces de construir conocimiento científico acerca de los conceptos de electroquímica.

c. **Actividades.****1. Construcción de la Pila de Daniell**

La profesora o el profesor, inicia la actividad con algunas preguntas que les permita construir la pila de Daniell. Por ejemplo:

- ¿Cómo construirías una pila con electrodos de zinc y cobre? ¿cuál es el polo positivo y el negativo?
- ¿Cómo evidenciar el cambio químico?
- ¿Quién y por qué construyó esta celda (cuba) electrolítica?
- Teniendo en cuenta que las disoluciones deben estar en vasos separados ¿qué podrías utilizar para el paso de la corriente?
- ¿Qué reacción tiene lugar entre el zinc y el cobre y sus iones correspondientes?
- ¿Cómo tiene lugar esta transferencia de carga en la pila? ¿cuál es el sentido de la circulación de cargas?
- ¿Cuál es el cátodo y el ánodo en la Pila de Daniell?
- ¿Podemos sustituir el electrodo de cobre por el de zinc?
- ¿Qué diferencia existe entre los procesos que ocurren en la pila y en la celda electrolítica?
- ¿Cómo son los procesos de oxidación y reducción? ¿Cuáles son las reacciones químicas?
- ¿Qué ocurre con los potenciales de reducción?
($E^{\circ} \text{red} = -E^{\circ} \text{oxid}$; $E^{\circ}_{\text{Zn}^{0}} = -E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}}$; $\Delta E 0,34\text{v} + 0,76\text{v} = 1 \text{ V}$)
- ¿Por qué la oxidación conlleva una reducción?
- ¿Cómo explicar la cantidad de cambio químico que se produce en una electrólisis y la cantidad de electricidad a través de la pila (Ley de **Faraday**)?

Una vez terminada la construcción se le solicitará a las y los estudiantes que construyan la reacción química y a través de ésta se podrá explicar la oxidación y reducción.

2. Aplicación de las pilas en situaciones problemáticas

Lee el siguiente texto¹

Nuevos modelos de pilas: Energía del futuro

En nuestro país se desechan aproximadamente 80 millones de pilas al año. Si bien en la década de los noventa los principales fabricantes de pilas y baterías en el mundo eliminaron voluntariamente el mercurio y cadmio de sus productos, considerados como sustancias tóxicas y dañinas para la salud, actualmente, el uso y desecho de las pilas es considerado un problema de contaminación por organizaciones ambientales, ya que el problema no sólo reside en la fabricación, sino también en el desconocimiento de los consumidores al desechar el producto. Chile además en este momento no cuenta con una normativa que regule esta situación.

Lo directores de marketing de Energizer y Duracell, advierten que si bien las pilas no son biodegradables y quedan como sólidos, éstas no representan ningún riesgo para el medioambiente y que la situación radica en el importante número de pilas de baja calidad o imitaciones que se comercializan y que tienen una duración menor a 30 minutos.

En Chile, por ejemplo, no se reciclan pilas, y el tratamiento que existe de ellas sólo consiste en recolectarlas y encapsularlas en bloques de concreto con el fin de evitar que su contenido se derrame y dañe el medio ambiente. Al respecto, el jefe de la Unidad de Residuos Industriales del Sesma, explica que se considera a dichos materiales como residuos peligrosos y ordena a las industrias su disposición final en empresas especializadas, tales como Hidronor Chile S.A. o en empresas recuperadoras de plomo, en el caso de baterías de automóviles. Aunque, las pilas domiciliarias no tienen una normativa específica, el Sesma quiere primero trabajar en esa materia y después hacer gestiones para reciclarlas en plantas especializadas para fabricar nuevamente este tipo de productos.

2. Escribe un texto para ayudar a estas organizaciones a defender la necesidad de un tratamiento de reciclaje de pilas o un uso alternativo de éstas (piensa en todo lo que has aprendido en la unidad de electroquímica).
3. Argumenta por qué es necesario implementar alguna medida al respecto, teniendo en cuenta los aspectos relacionados con la teoría electroquímica, las reacciones de oxidación-reducción, el cambio químico.

¹ Fragmento adaptado de: s.a (2009, junio 16). Nuevos modelos de pilas: Energía del futuro. *El Mercurio*. Recuperado de <http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/>

4. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

Para la evaluación de las competencias, se sugiere dos estrategias metodológicas. La primera, corresponde a algunas directrices las cuales incluye *1. Identificación de problemas científicos y comunicación de significados; 2. Problematización e identificación de tipologías de competencias y 3. Evaluación de la experiencia con los y las estudiantes* (Quintanilla, 2006; Camacho & Quintanilla, 2008). La segunda, corresponde al levantamiento de indicadores sobre las diferentes competencias comunicativas, según lo señalado por Sanmartí e Izquierdo (1998).

5. REFLEXIONES SOBRE LA APLICACIÓN DE LA UD

A través de el abordaje histórico de una temática particular, en este caso la teoría electroquímica, es posible contribuir a la construcción de explicaciones científicas relacionando las reacciones de óxido reducción y el funcionamiento de las pilas electroquímicas. La Historia de la Ciencia, proporciona diferentes fuentes, instrumentos, materiales y textos que bajo una intencionalidad didáctica pueden ser herramientas potenciales para la comprensión de los fenómenos químicos relacionados como la electricidad, así como para mejorar la imagen de ciencia como una actividad profundamente humana; reconocer el valor y aporte de las mujeres científicas y la réplica de experimentos científicos fundamentales (el experimento de Galvanic, la construcción de la pila de Volta o la pila de Daniell), promover el pensamiento crítico y las competencias comunicativas a través del estudio de los textos científicos y fuentes primarias de conocimiento (texto de Jane Marcet, los artículos de Davy, la fundamentación teórica de la Ley de Faraday). El valor de la Historia de la Ciencia no se reduce a la contextualización de los contenidos curriculares, sino que además permite comprender cómo se construye conocimiento científico para participar y transformar el mundo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A continuación las principales referencias bibliográficas que se tuvieron en cuenta para la construcción de ésta unidad didáctica, algunas de las cuales se han citado en el desarrollo del texto, y que esperamos sirvan de apoyo a los (as) colegas y estudiantes para profundizar en su comprensión.

- CAMACHO, J. & Quintanilla, M. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia. Retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, v. 14, n. 2, 197-212.
- CHAMIZO, J. A. e Izquierdo, M. (2007) Evaluación de las competencias de pensamiento científico. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 51, pp. 9 – 19.
- DAVIES, A. J. (1991). A model approach to teaching redox. *Education in Chemistry*, 28, 135-137.
- DE JONG, O. & Treagust. D. (2002). The teaching and learning of electrochemistry. In Gilbert et al. (eds), *Chemical Education. Towards Research based practice*. (pp. 317-337). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- DE JONG, O., Acampo, J., & Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the Topic of redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1097 – 1110.
- ECHEVERRÍA, J. (1995). *Filosofía de la Ciencia*. Madrid: Akal Ediciones.
- GRAPÍ i VILUMARA, P. (2008). L' electrificació del camvi químic. Els inicis al primer quart del segle XIX. *Educació Químic*. 1, 51 – 57.
- GRIFFITHS, A. K. (1994). A critical analysis and synthesis of research on students' chemistry misconceptions. In Schimidt (ed). *Problem solving and misconceptions in chemistry and physics* (pp. 70-99). Hong Kong: ICASE.
- KNIGHT, D. (1986). Accomplishment or Dogma: Chemistry in the Introductory works of Jane Marcet and Samuel Parkes. *Ambix*, Vol 33, Part 2/3. 94-98.
- MAR CET, J. (1853). *Conversations on chemistry in which the elements of that science are familiarly explained and illustrated by experiments. Vol. 1 On simple bodies*. London: Longman, Brown, Green & Longmans.
- MATTHEWS, M. (1994). *Science Teaching. The Role the History and Philosophy of Science*. Great Britain: Routledge.
- NÍAZ, M. & Chancón, E. (2002). A conceptual change teaching strategy to facilitate high school students' understanding of electrochemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 12 (2) 129 – 134.
- QUINTANILLA, M. (2006). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, Vol. XVIII, núm. 45. 11- 23.
- QUINTANILLA, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (eds), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos*. (pp.18-42) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- SANMARTÍ, N. (2000), El diseño de unidades didácticas. En: Canal, P.; Perales, J. (edres.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Ed. Marfil. 239- 266.

SANMARTÍ, N. e Izquierdo, M. (1998). Enseñar a leer y escribir textos en ciencias. En: Jorba, J., Gómez, L. y Prat, A. (Ed). *Hablar y escribir para aprender*. (pp. 181-199). España, Bellaterra: ICE de la UAB.

SOLSONA, N. (2007). Las Mujeres en la Historia de la Ciencia. En: Quintanilla y Adúriz-Bravo, (Ed), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Retos y desafíos*. (pp.37-63) Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

7. BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA PARA EL PROFESOR /LA PROFESORA

BROCK, W. (1992). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial.

GRUPO RECERCA FARADAY (1998). Las reacciones de Oxido-reducción. (pp. 245 – 262). *Química Faraday. Un enfoque conceptual, experimental e histórico*. Barcelona: Editorial Teide.

KIND, V. (2004). Ideas de los estudiantes sobre procesos químicos en sistemas abiertos. (pp. 75 – 87). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI Santillana.

LABARRERE, A. y Quintanilla, M. (2002). La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo. *Pensamiento Educativo*. Vol 30, 121-137.

LLORÉNS, J. A. (1991). La Ciencia de nuestros alumnos y alumnas. (pp. 77 – 139). *Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.

SANMARTÍ, N. e Izquierdo, M. (1998). Enseñar a leer y escribir textos en ciencias. En: Jorba, J., Gómez, L. y Prat, A. (Ed). *Hablar y escribir para aprender*. (pp. 181-199). España, Bellaterra: ICE de la UAB.

AGRADECIMIENTOS

Las y los autores de este capítulo agradecen el patrocinio de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile CONICYT y el proyecto FONDECYT 1095149 *Desarrollo, Caracterización y Validación de un modelo de evaluación de competencias de pensamiento científico en estudiando de enseñanza media basado en el enfrentamiento a la resolución de problemas para promover aprendizajes de calidad*.

Organizar su enseñanza entendiendo al conocimiento como algo a construir y no como algo dado; favorecer la reconstrucción del conocimiento en el aula a través de la resolución de problemas, reparando programas de actividades y usando variedad de métodos. Desde este tipo de instrucción los docentes debemos evaluar constantemente la coordinación de estos procesos y ayudar, como un “andamiaje” (refiere a la acción de apoyo para aquellos aprendizajes que están más allá de las capacidades del aprendiz. A medida que se van organizando tareas cada vez con mayor nivel de complejidad, se va dando forma a la guía que recibirá el alumno al ejecutar dichas actividades a los alumnos y provocar en ellos una “metacognición” la reflexión sobre nuestro propio pensamiento e incluye dos dimensiones: una, estar consciente de las habilidades, las estrategias y los recursos que se necesitan para saber qué hacer y la otra, saber cómo hacer la tarea y cuándo hacer qué cosa del camino recorrido. Es decir que por ella podemos tener conocimiento de nuestro propio pensamiento y de las habilidades para usar ese conocimiento en la regulación de los propios procesos cognitivos.

ISBN: 978-958-44-7008-9



9 789584 470089