



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE QUÍMICA**

**DISEÑO Y PUESTA EN PRÁCTICA DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA
LA ENSEÑANZA DE LOS PROCESOS OXIDACIÓN-REDUCCIÓN**

TESIS

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN DOCENCIA PARA EL NIVEL MEDIO SUPERIOR**

**PRESENTA:
Q.F.B. JUANA GARDUÑO YEPEZ**

**TUTORA PRINCIPAL: DRA. KIRA PADILLA MARTÍNEZ
FACULTAD DE QUÍMICA**

Ciudad Universitaria, CDMX, MARZO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos.

A Dios.

Que me ha acompañado toda mi vida, iluminando mí ser, dándome inteligencia y sabiduría para permitirme concluir este proyecto de tesis.

A mí papito.

Que siempre me oriento con amor, con fortaleza, con ternura, con sus cuidados todos los días de su vida, que, aunque en este momento ya no se encuentra en este mundo terrenal, sé que siempre me bendices.

A mí mamita.

Que me acompaño en todo momento, cuidándome como su amor, con su claridad, con su fortaleza y que decía no hay imposibles, que hay soluciones y sé que siempre me bendices, aunque no estes en este momento en este mundo terrenal.

A mí hermana Yolanda.

Que me apoyas en todo momento y que me has acompañado toda tu vida, con amor, con valentía y alegría.

A mí hermano Jenaro.

Que me apoyas desde tu alegría, amor y fortaleza, en todo momento desde toda tu vida.

A mi esposo Juan Manuel.

Que me apoya desde tu amor, compañía en todo momento y tus enseñanzas.

A mí hijo Manuel Ivan.

Que iluminas mí vida desde tu llegada y me has acompañado con tu nobleza, humildad y amor.

A mí hijo Daniel Tristan.

Que das alegría a mí vida desde tu llegada, con tu carisma, fortaleza y amor.

A mi sobrino Rodrigo Mateo, a mis sobrinas Rosa Esther, Miranda Harubi.

Que, con su transparencia, inocencia y su sencillez, me enseñan en todo momento.

A la Dra. Kira.

Por su paciencia, por todo su tiempo que me dio, por su orientación y valioso apoyo en la dirección de este trabajo de tesis.

Al Dr. Héctor García Ortega.

Por su interés mostrado, por su tiempo y sus correcciones sugeridas a este trabajo de tesis.

Al Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia.

Por su tiempo y sus aportaciones con las correcciones realizadas para este trabajo de tesis.

A la Mtra. Norma Mónica López Villa.

Por su apoyo y sus correcciones tan atinadas para terminar este trabajo de tesis.

Al Dr. Carlos Antonio Rius Alonso.

Por su apoyo, su tiempo y sus correcciones para terminar este trabajo de tesis.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Facultad de Química (FQ) y a la Escuela Nacional Preparatoria plantel 2 “Erasmus Castañedo” en especial a la M. en C. Maribel Espinosa Hernández y al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Oriente a la maestra Blanca Estela Quizá Gaytán y a todos los profesores por su apoyo y ayuda a superarme profesionalmente en el área que más me gusta, la docencia en la asignatura de química.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) por el apoyo de beca que recibí durante mi estancia en este gran proyecto llamado MADEMS-Química, a través del Programa de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario (PFPBU).

Los ideales que han iluminado mi camino y me han proporcionado una y otra vez nuevo valor para afrontar la vida alegremente, han sido la belleza, la bondad y la verdad. Sin el sentimiento de comunión con hombres de mentalidad similar, sin ocuparme del mundo objetivo, sin el eterno inalcanzable en las tareas del arte y de la ciencia, la vida me habría parecido vacía. Los objetivos triviales de esfuerzos humanos (posesiones, éxitos públicos, lujo) me parecen despreciables.

Albert Einstein

ÍNDICE

RESUMEN.	8
<i>Abstract.</i>	9
INTRODUCCIÓN.	10
ANTECEDENTES.	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	12
JUSTIFICACIÓN.	15
OBJETIVOS.	17
<i>Objetivo general.</i>	17
<i>Objetivos específicos.</i>	18
HIPÓTESIS.	18
CAPÍTULO I.	19
MARCO TEÓRICO.	19
Marco Curricular.	20
<i>La Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH) y el programa de estudios de la asignatura de Química.</i>	20
<i>Programa de estudios de química del Colegios de Ciencias y Humanidades.</i>	22
Marco Disciplinar.	24
<i>Breve reseña histórica sobre reacciones de oxidación-reducción.</i>	24
<i>Importancia de las reacciones oxidación-reducción.</i>	28
<i>Reacciones de oxidación-reducción.</i>	29
Marco Pedagógico.	31
<i>Dificultades en el aprendizaje de los procesos químicos.</i>	31
<i>Las comprensiones sobre cambio químico.</i>	32
La enseñanza de las reacciones redox.	33
<i>Los modelos de enseñanza de procesos Redox.</i>	34
<i>Trabajos prácticos experimentales en ciencias.</i>	36
<i>Diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje.</i>	37
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	39
Presentación.	40
Tipo de investigación.	40
Población y muestra.	41

<i>Descripción de la metodología utilizada.</i>	41
<i>Presentación de la secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA).</i>	46
<i>Antecedentes de la propuesta didáctica.</i>	46
<i>Desarrollo de la propuesta didáctica.</i>	46
<i>Objetivos de la SEA.</i>	48
<i>Diseño de las actividades a desarrollar en la SEA.</i>	48
<i>Recolección de datos.</i>	51
CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS.	53
Presentación.	54
<i>Resultados y análisis de la aplicación del cuestionario diagnóstico pre-test y post-test .</i>	54
<i>Resultados y análisis de la SEA.</i>	73
<i>Actividad 1. ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?</i>	73
<i>Actividad 2. ¿Dónde quedaron los electrones?</i>	80
<i>Actividad 3. Explore su mundo (Tarea).</i>	85
<i>Actividad 4. Las mil caras de redox.</i>	88
CAPÍTULO IV. CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS.	99
<i>5.1 Logros alcanzados.</i>	100
<i>5.2 Conclusiones.</i>	101
REFERENCIAS.	105
ANEXOS.	110
<i>ANEXO I. Secuencia didáctica.</i>	110
<i>Anexo II. Diario de clase.</i>	144
<i>Anexo III. Cuestionario diagnóstico (15 min).</i>	145

RESUMEN.

Esta propuesta de investigación surge de la reflexión sobre las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de reacciones oxidación-reducción (también nos referiremos a ellas como reacciones redox o procesos oxidación-reducción) en los estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Oriente, que es uno de los bachilleratos de la UNAM.

En el presente trabajo se presenta una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre las reacciones redox. Se presenta revisión de la literatura en donde se identifican las concepciones alternativas, así como las principales dificultades que suelen presentar los estudiantes. Lo anterior permite diseñar una secuencia didáctica que servirá contribuir a mejorar la comprensión de los estudiantes sobre las reacciones óxido-reducción.

El diseño de la secuencia didáctica para la enseñanza de procesos de oxidación-reducción se implementó durante cuatro sesiones de dos horas cada una, es decir, 8 horas frente a grupo cada sesión incluye actividades de exploración de ideas previas, introducción de conceptos y procedimientos, consolidación y aplicación de conocimientos y evaluación permanente. Se fundamenta, además, en el diseño de dos actividades experimentales enfocadas a iniciar la transformación conceptual en el estudiante de sus representaciones iniciales. En estas actividades, el concepto de "reacción química" se abordó desde el punto de vista de la conservación de la masa y de los diversos efectos producidos en dichas transformaciones.

La metodología de la investigación es cualitativa-descriptiva, ya que las situaciones son descritas en el escenario natural: el aula de clase y el laboratorio. Además, el aprendizaje es participativo y colaborativo, ya que en el trabajo científico es importante el trabajo en grupo y la discusión entre sus integrantes porque así es posible avanzar en la construcción del conocimiento y aprovechar las habilidades y actitudes de cada uno de los estudiantes. Entre los instrumentos utilizados en la investigación fueron: cuestionarios, diarios de clase, mapas conceptuales, la V de Gowin, resolución de tareas y la producción escrita de los estudiantes en cada sesión.

Palabras clave: Reacción química, reacción de oxidación-reducción, reacción redox

Abstract.

This research proposal arises from the reflection on the difficulties in the teaching-learning process of the concept of oxidation-reduction reactions (we will also refer to them as redox reactions or oxidation-reduction processes) in the students of the College of Sciences and Humanities (CCH) Oriente, which is one of the baccalaureates of the UNAM.

This work presents a sequence of teaching-learning on redox reactions. A review of the literature where alternative conceptions are identified, as well as the main difficulties that students usually have. This allows us to design a didactic sequence that could contribute to improving students' understanding of oxide-reduction reactions.

The design of the didactic sequence for the teaching of oxidation-reduction processes was implemented during four sessions of two hours each. As part of the activities, it is included the exploration of previous ideas, introduction of concepts and procedures, consolidation and application of knowledge and permanent evaluation. It is also based on the design of two experimental activities focused on initiating the conceptual transformation of students' representations. In these activities, the concept of "chemical reaction" was approached from the point of view of mass conservation and the effects produced in these transformations.

The research methodology is qualitative-descriptive, since the situations are described in the natural setting: the classroom and the laboratory. In addition, learning is participatory and collaborative, because in the scientific work, collaboration and discussion is important. The reason is because it is possible to move on in the construction of knowledge and take advantage of students' attitudes and skills. Among the instruments used to collect data are: questionnaires, class's diaries, concept maps, V's Gowin, task solutions and students writing in each session.

INTRODUCCIÓN.

La química es una de las asignaturas fundamentales para que los estudiantes de bachillerato alcancen una enculturación científica; sin embargo, actualmente todavía muchos de los estudiantes del bachillerato manifiestan un marcado rechazo hacia esta asignatura, en general, les parece abstracta, memorística y difícil. En estudios realizados por el Colegio de Ciencias y Humanidades, se encontró que los aprendizajes hacia los procesos oxidación-reducción son difíciles de comprender por los alumnos (Ávila, 2012) es por ello que considero estas reacciones redox como una oportunidad para trabajar en el diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las reacciones redox de tal manera que permitan a los alumnos identificar, reconocer y transformar las percepciones que se tienen de las reacciones oxidación-reducción.

Dentro de esta perspectiva se busca aplicar la secuencia en el Colegio de Ciencias y Humanidades a un grupo de quinto semestre, en la segunda unidad. El objetivo principal de la implementación es lograr que los estudiantes realicen una primera interpretación de cómo visualizar las reacciones redox, tomando en cuenta sus características macroscópicas. Además, mediante el uso del modelo de número de oxidación, los estudiantes también puedan analizar cómo los electrones se están transfiriendo en las reacciones redox, permitiendo reconocer que siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones). Otro aspecto importante será que puedan identificar reacciones redox en fenómenos cotidianos.

Con la finalidad de proveer a los docentes de materiales didácticos, espero que el presente trabajo de tesis puede ser de interés para todos aquellos que quieran diversificar las estrategias que realizan en el desarrollo de su práctica docente.

Para lograr lo anterior este trabajo de tesis se divide en cuatro capítulos:

En el capítulo I se desarrolla el marco teórico en el cual se sustenta este trabajo de investigación, además de delimitar y contextualizar. En este apartado se abordan tres secciones: marco curricular, disciplinar y pedagógico

En el capítulo II se aborda la metodología que se siguió durante el desarrollo de esta tesis. A este respecto, se utilizó un enfoque cualitativo observacional e introspectivo y de investigación-acción (Makernan, 2001). La intervención didáctica se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente con veinticinco estudiantes de quinto semestre del grupo 519, del turno matutino. Asimismo, se describe cómo se realizó la recolección de datos, análisis de resultados, la validez y confiabilidad seguida para el desarrollo de este trabajo de investigación.

En el capítulo III se muestran y analizan los resultados obtenidos de la puesta en práctica de la secuencia didáctica relacionada al proceso de enseñanza-aprendizaje para el concepto *reacciones oxidación-reducción*. Esta sección se divide en 4 actividades: una primera interpretación de cómo se visualizan las reacciones redox tomando en cuenta sus características macroscópicas. La segunda utilizando el modelo de número de oxidación que permite analizar cómo los electrones se están transfiriendo en las reacciones redox, además de reconocer que en cualquier reacción redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones). En la tercera se identifican reacciones redox en actividades cotidianas. En la cuarta, se realizan actividades experimentales que permiten identificar la transferencia de electrones en algunas reacciones redox, utilizando celdas voltaicas para medir experimentalmente con un multímetro la corriente eléctrica generada por la transferencia de electrones y celdas electrolíticas que permite observar como la corriente eléctrica de la fuente de corriente directa es transformada en un proceso de oxidación-reducción, presentándose una deposición de cobre en una llave.

Finalmente, en el capítulo IV se desarrollan las conclusiones obtenidas, así como las perspectivas que se dejan para futuras investigaciones relacionadas con la investigación a nivel bachillerato.

ANTECEDENTES.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Johnstone (1991) menciona que la reacción química es un tema difícil para los estudiantes de bachillerato, esta dificultad proviene en esencia de la atención y su poca capacidad de inferir lo que sucede para pasar de las representaciones de una reacción química de su forma macroscópica, a la submicroscópica y a la representacional utilizando símbolos y fórmulas. Por lo que se debe aprender a considerar a las reacciones químicas como transformación de unas sustancias en otras; adicionalmente, también deben aprender su significado en términos de rearrreglos de partículas y su representación simbólica en términos de ecuaciones químicas (fórmulas). Este tema de representaciones apunta a la complejidad de la naturaleza de la química.

De Jong y Van Driel (2004), consideran que para los estudiantes la demanda conceptual de pasar a lo largo de los tres dominios de significados puede ser abrumadora. No obstante este aspecto del tránsito macro-submicro-simbólico se vuelve uno de los objetivos más importantes de la educación química, de ahí la trascendencia que los profesores conozcamos las concepciones y las dificultades en la enseñanza de las reacciones oxidación-reducción.

El gran número de reacciones acuosas son identificadas desde el comienzo de la química por los alquimistas. Afortunadamente la mayoría de esas reacciones caen dentro de ciertos tipos o categorías generales debido a las similitudes clave entre ellos. Tres de las más importantes reacciones químicas son: reacciones de precipitación, ácido-base y oxidación-reducción (Redox) Kelter Paul et al. (2009).

Las reacciones oxidación-reducción forman una parte importante del mundo que nos rodea. Abarcan desde la combustión de combustibles fósiles hasta la acción de los blanqueadores domésticos. Asimismo, la mayoría de los elementos metálicos y no metálicos se obtienen a partir de sus minerales a través de las reacciones de oxidación o de reducción.

En general, uno de los modelos que trata de entender cómo se llevan a cabo las reacciones redox las explica como aquellas en donde hay una transferencia de electrones de una especie química a otra. Esta explicación presenta dificultad ya que es completamente abstracta, es imposible poder predecir si una reacción es o no redox sólo con nuestros sentidos. Para poder lograr una explicación más clara, Llorens (1994) indica que las percepciones macroscópicas deben ser filtradas ontológica y conceptualmente por el estudiante, con ayuda del docente, basándose no sólo en su experiencia física, sino también en la cultura y lenguaje cotidiano. De esta forma, este filtro conceptual de la percepción puede explicar muchas de las dificultades y obstáculos epistemológicos y conceptuales presentes en el estudiante.

Furió et al. (2000) dicen que, para poder explicar el pensamiento discente espontáneo sobre el mundo natural, en general, hay que conocer las ideas de los alumnos sobre el fenómeno estudiado, pero no solamente eso, hay que ir más allá. Es importante conocer también cómo 'ven' el fenómeno (componente ontológico de su pensamiento) y cómo relacionan estas ideas al razonar (componentes epistemológico y metodológico). En este sentido Carretero y Limón (1996) consideran que la epistemología discente debe considerarse como un cuerpo preteórico de conocimientos que es paradigmático en los estudiantes y que, se tiene que valorar positivamente. Es fundamental tener en cuenta que los estudiantes deberán construir los nuevos conocimientos a partir de los que ya poseen.

En la literatura, se han reportado diferentes explicaciones para comprender las dificultades que sobre las reacciones redox, presentan los estudiantes. Schmidt (1997) encontró que muchos estudiantes creen que el oxígeno siempre toma parte en todas las reacciones redox y que es una sustancia fundamental para que se puedan llevar a cabo. También sugiere que esto puede ser debido a la terminación "OX" en "redOX". Sin embargo, otros autores como Anselme (1997), Soudani et al (2000) y Bransford et al (2000) consideran que, en realidad, el problema es la forma en cómo se transmite o comunica el concepto en el dominio. En particular, Anselme (1997) habla de las dificultades que tienen los estudiantes con la transmisión o transferencia de conocimiento acerca de las reacciones redox entre los temas de

química (orgánica e inorgánica) y Soudani et al (2000) encontró que los estudiantes tienen dificultades en usar el conocimiento teórico de reacciones redox para interpretar los fenómenos de la vida cotidiana.

Para que los alumnos alcancen una mejor explicación y comprensión del fenómeno, Gilbert (1998) sugiere el uso de modelos. Sin embargo, Ringnes (1995) ha descrito que los modelos utilizados para conceptualizar las reacciones redox han ido evolucionando en el tiempo. Ella describe que comúnmente se utilizan cuatro modelos diferentes, estos son: el modelo del oxígeno, el modelo del hidrógeno, el modelo del ion electrón y el modelo del número de oxidación.

Con toda la información anterior se considera importante que el diseño e implementación de una secuencia didáctica que permita a los estudiantes construir explicaciones microscópicas y representacionales en relación a los fenómenos macroscópicos y alcancen una mejor comprensión de los procesos oxidación-reducción.

JUSTIFICACIÓN.

Esta propuesta de investigación surge de la reflexión sobre las dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto reacción oxidación-reducción en los estudiantes de medio superior.

Furió, C. et al. (1987) comentan que hay que reconocer los conocimientos previos de los estudiantes en el comportamiento químico de la materia no suponer barreras epistemológicas importantes en su aprendizaje y, por tanto, adquirir un mayor relieve en las estrategias de enseñanza utilizadas por el profesorado. Dentro de éstas será importante averiguar la eficacia de nuestros métodos y contrastar cuánto aprendizaje significativo se ha logrado y en qué nivel de conocimientos se encuentran los estudiantes cuando concluyen su enseñanza media superior.

Kuhn (1971) comenta que la historia de la Química, en cuanto a estas concepciones, ha demostrado la existencia progresiva de varias etapas en las cuales estas teorías se han ido haciendo más inclusivas. En una primera etapa se interpretaron las reacciones de oxidación de los metales, la reducción de sus óxidos y las combustiones orgánicas como reacciones típicas de oxidación-reducción, cuya característica esencial era la intervención del oxígeno del aire en la oxidación y su eliminación en la reducción.

Más adelante al superarse la idea del átomo daltoniano indivisible y admitirse la existencia de electrones en su interior, es cuando va abriéndose paso la nueva concepción de las reacciones redox. No obstante, habrá que esperar a la emergencia de las teorías del enlace químico, a principios de siglo, para que se afiance la interpretación de las reacciones oxidación-reducción como un intercambio de electrones.

Por otro lado, Herron J. Dudley (1995) sugiere que, entre el crecimiento de los conocimientos científicos y el desarrollo de las funciones cognitivas del estudiante, presuponer que el nivel adquirido por los estudiantes de química que terminan sus estudios medios o que inician los universitarios en ciencias tengan, a lo sumo, unas representaciones mentales respecto de las reacciones redox como procesos de

intercambio de oxígeno. Ello significa que no interpretarán estos procesos como de transferencia electrónica, a pesar de haberlos estudiado en sus cursos de Química. Bueso et al. (1988) y Driver et al. (1983) encontraron que dado este contexto los esquemas conceptuales de los estudiantes habrán sido adquiridos, en su mayor parte, a través de una transmisión lingüística en el ámbito escolar; por lo que es de esperar que las variables que más hayan influido sean los contenidos de la enseñanza recibida y las metodologías utilizadas en su proceso de aprendizaje. Bueso et al. (1988) encuentran que si, como se estima, los contenidos enseñados han sido reducidos y las metodologías utilizadas se basan en la transmisión verbal de los conocimientos ya elaborados, es previsible que se cumpla la siguiente hipótesis: Las interpretaciones sobre las reacciones de oxidación-reducción de los estudiantes que acaban sus estudios medios estarán mucho más próximas a una concepción superficial de estas reacciones, como procesos de intercambio de oxígeno, que a la de transferencia electrónica.

Según su opinión, a nivel fenomenológico se les proponga la descripción de ejemplos que tengan que ver con estos procesos, como en un nivel más profundo de análisis en situaciones donde haya que interpretar conceptualmente algunas de las reacciones en las que no intervenga el oxígeno.

Como se menciona anteriormente existe la necesidad de hacer consciente al profesorado de la importancia y de las dificultades intrínsecas del tema, dedicarle en la programación de la asignatura el suficiente tiempo, tanto en el aula como en el laboratorio. Cambiar la metodología usada tradicionalmente por el profesorado, con objeto de lograr un aprendizaje significativo y no superficial como se efectúa. Para ello habrá que tener en cuenta los conceptos previos del estudiante, ya que la mayor parte de ellos tienen ya asumido, si bien superficialmente, el concepto de oxidación-reducción como intercambio de oxígeno.

En un estudio detallado, De Jong y Treagust (2002) señalan con respecto a las dificultades de las reacciones de oxidación-reducción los siguientes aspectos: a) entorno conceptual, a la dependencia mutua de las reacciones oxidación-reducción, el significado del número de oxidación, el proceso de transferencia de electrones, la carga del ánodo y el cátodo en las pilas electroquímica. A partir de allí se señalan

los obstáculos que existen para comprender la conducción de la electricidad, la neutralidad eléctrica en la electricidad, identificar el ánodo y cátodo en una pila y sus respectivas cargas; b) procedimentales, en relación con la identificación de reactantes como agentes oxidantes o reductores y de ecuaciones químicas, en términos de oxidación-reducción. En cuanto a las dificultades relacionadas con las pilas electroquímicas se propone la dificultad de predecir los productos y la magnitud de diferentes potenciales en las celdas galvánicas. Además del componente instrumental y algorítmico, al cual muchas veces se reduce su enseñanza, favoreciendo así 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 las prácticas experimentales asociadas, provenientes de diferentes áreas científicas como la fisiología, la física, la química y la matemática; además, en el uso de múltiples definiciones y modelos, los cuales están relacionados con la propia evolución de los diferentes conceptos científicos.

Dado lo anterior, proponemos la siguiente **pregunta de investigación**:

¿Qué implicación tiene la implementación de la SEA en el aprendizaje sobre los procesos de oxidación-reducción en estudiantes de bachillerato?

OBJETIVOS

Objetivo general.

Diseño y puesta en práctica de una secuencia didáctica, para la enseñanza-aprendizaje de los procesos oxidación-reducción, que permita a los estudiantes comprender y explicar las reacciones redox.

Objetivos específicos.

- Realizar una primera interpretación de cómo se visualizan los procesos oxidación-reducción tomando en cuenta sus características macroscópicas.
- Hacer uso del modelo de número de oxidación para que el estudiante comprenda el proceso de transferencia de electrones cuando se llevan a cabo las reacciones de redox.
- Favorecer el que los estudiantes reconozcan que en los procesos oxidación-reducción siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones).
- Que el alumno identifique algunas reacciones redox en actividades cotidianas.

HIPÓTESIS

Es posible mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos oxidación-reducción, a través de actividades de modelización, experimentación, gamificación y de contextualización, utilizando como estrategia de enseñanza el modelo de número de oxidación.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.

*Un sutil pensamiento erróneo puede dar lugar a una indagación fructífera que
revela verdades de gran valor.*

Isaac Asimov

En este capítulo se aborda el marco curricular presentando el sistema de educación Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH); el cual es un modelo basado en los principios pedagógicos: aprender a aprender, a aprender a hacer y aprender a ser; También se considera el programa de la asignatura de química, el marco disciplinar que sustenta este trabajo de tesis, abordando una reseña histórica de las reacciones químicas de oxidación-reducción y como parte final se plantea el marco pedagógico en donde se mencionan las dificultades que presentan los alumnos en el aprendizaje de las reacciones químicas y reacciones redox.

Marco Curricular.

Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y el programa de estudios de la asignatura de Química.

Como se menciona en el plan de estudios (1996), el colegio proporciona a los alumnos una cultura básica, con carácter propedéutico y profesional, por lo que los docentes guiarán a desarrollar un aprendizaje autónomo, además de apropiarse de técnicas, procedimientos y usar éstas de manera racional y fortalecer los valores universales (justicia, equidad, responsabilidad, solidaridad). En este sentido, se fundamenta el bachillerato del CCH en un modelo basado en los principios pedagógicos: aprender a aprender, a aprender a hacer y aprender a ser.

Como se indica en Orientación y sentido de las áreas (2006) p. 38, *“Se requiere de un tipo de enseñanza-aprendizaje que conduzca al estudiante a mejorar sus habilidades intelectuales, proporcionar los conocimientos, procedimientos básicos, generar en los alumnos la curiosidad, el placer por el descubrimiento y la comprensión del mundo natural”*.

Por lo que se dotarán a los estudiantes de conocimientos para realizar búsqueda de información científica y tecnológica relevante que analicen, evalúen e interpreten,

además de resolver problemas, contribuir así a la toma de decisiones y poder proseguir estudios superiores.

Por otro lado, se tiene que el enfoque de los programas de Química (1996), contribuyen a desarrollar el modelo pedagógico del Colegio de Ciencias y Humanidades de la siguiente manera:

Aprender a aprender significa, que se debe impulsar una enseñanza tendiente a la autonomía de los alumnos, como constructor de sus conocimientos y proveerlo de métodos y habilidades para lograrlo.

Aprender a hacer significa, impulsar a procedimientos de trabajo, tanto individuales como colectivos, que permitan a los alumnos apropiarse de estrategias y a elaborar las suyas para analizar, sintetizar, inducir, deducir y exponer información obtenida tanto de fuentes documentales y experimentales, como de la propia realidad y experiencia.

Aprender a ser significa, propiciar la formación de valores que sean referencia (libertad, responsabilidad, tolerancia, justicia, honestidad y solidaridad) y, por ello, perfilen sus actitudes en los diferentes medios donde se desarrollen en la vida social, política y laboral, así como en el entorno natural.

Se pone énfasis en la investigación como estrategia de aprendizaje, destacando la importancia de la investigación experimental en la construcción del conocimiento químico, se ve impulsado a desarrollar habilidades intelectuales como buscar y analizar la información, leer e interpretar textos, experimentar y verificar procedimientos, observar y formular hipótesis y generar modelos.

Como se menciona en el programa de estudios (2013), “la Química es una ciencia experimental, por lo que el contacto directo del estudiante con los fenómenos químicos es indispensable en su formación científica.

El manejo de los conceptos de química requiere un flujo constante entre lo concreto y lo abstracto, a través de la observación de las reacciones y su expresión simbólica, lo que colabora a desarrollar la capacidad de abstracción indispensable para la comprensión de la ciencia”.

Programa de estudios de química del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH).

Como se menciona en el programa de estudios (2003) y programa de estudios (2016), consideran a la Química como ciencia que contribuye a la satisfacción de necesidades sociales y que forma parte de la cultura básica del estudiante. La asignatura de Química se divide en: Química I y Química II, las cuales son asignaturas obligatorias de acuerdo con el mapa curricular del CCH.

El programa de Química I está integrado por dos unidades:

Unidad 1. Agua, sustancia indispensable para la vida.

Unidad 2. Oxígeno, sustancia activa del aire.

El programa de Química II consta de dos unidades:

Unidad 1. Suelo, fuente de nutrientes para las plantas”.

Unidad 2. Alimentos y medicamentos: proveedores de compuestos del carbono para el cuidado de la salud.

En ambos programas, los títulos de las unidades son contextos que dan concreción a problemas presentes en la vida cotidiana de los estudiantes y a los que se busca dar explicaciones o soluciones empleando conceptos químicos básicos.

Los cursos de Química III y IV son seleccionadas tanto por estudiantes que cursarán carreras del área Químico–Biológica, como por los alumnos que eligen carreras de otras áreas del conocimiento; en este sentido, Química III y Química IV cumplen con una doble función: pro-pedéutica y de cultura básica.

El programa de Química III está integrado por tres unidades:

Unidad 1. Industria química en México: factor de desarrollo.

Unidad 2. De los minerales a los metales: procesos químicos, usos e importancia.

Unidad 3. Control de los procesos industriales en la fabricación de productos químicos estratégicos para el país.

El programa de Química IV consta de dos unidades:

Unidad 1. El petróleo recurso natural y fuente de compuestos de carbono para la industria química.

Unidad 2. El estudio de los polímeros y su impacto en la actualidad.

El siguiente diagrama muestra las relaciones entre los conceptos que se revisan en la asignatura de Química, figura 1.

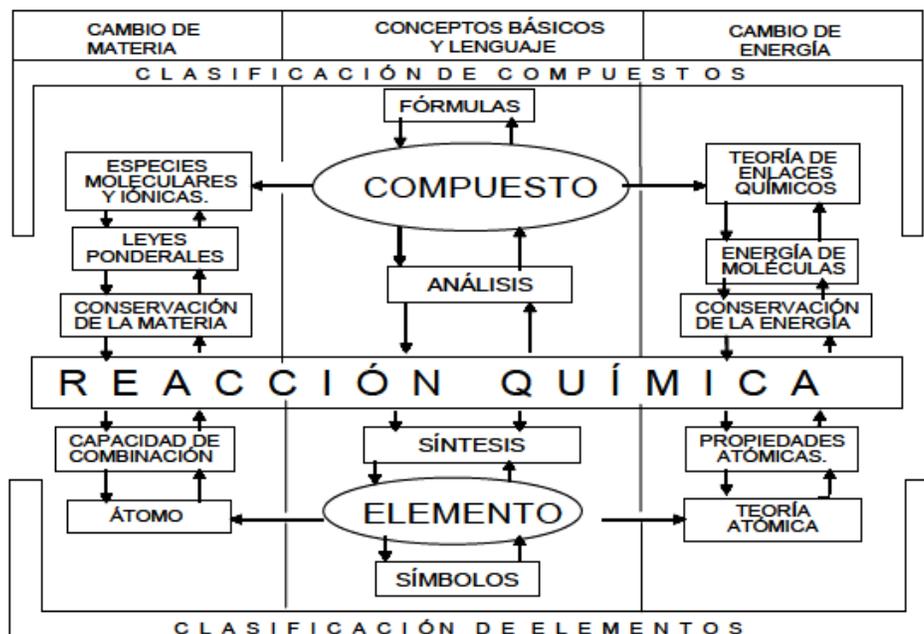


Figura 1. Relación entre los conceptos. Tomada del programa de estudios 2003.

El programa indicativo maneja tres niveles de comprensión, para los estudiantes basados en la taxonomía de Bloom. Estos niveles corresponden a N1, que se enfoca en la memorización, el N2 que corresponde a las habilidades de comprensión el N3, que corresponde a habilidades de indagación y resolución de problemas. En el caso de la temática de reacciones oxidación-reducción se asignan los tres diferentes niveles dependiendo del concepto asociado específico que se desea desarrollar. Por ejemplo, cuando queremos que el estudiante modele un fenómeno macroscópico y lo represente utilizando el lenguaje químico, se considera un nivel 3, ya que el modelaje es una de las habilidades del proceso de indagación. Por otro lado, si lo que interesa es que reconozcan y asignen números de oxidación, este proceso requiere tanto de la memoria, como de la comprensión del concepto, por lo que estaría tanto en el nivel 1 como en el 2 para ir a un nivel 3. La congruencia entre el planteamiento conceptual y la concepción disciplinaria de la asignatura radica en que el aprendizaje de la temática de reacciones oxidación-reducción permite al alumnado transitar de las observaciones macroscópicas a su

explicación microscópica asumiendo el lenguaje propio de la química mejorando así su pensamiento formal y su nivel de abstracción.

Dado que se requieren de los tres niveles de comprensión propuestos por el programa de estudios de química, consideramos que la temática de reacciones químicas de oxidación-reducción es básico para esta asignatura. Por lo que se sugiere dedicar un mayor tiempo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que implicaría una redistribución de la carga horaria de las unidades de Química III.

De acuerdo con lo antes mencionado, es pues importante comenzar a diseñar secuencias didácticas con la finalidad de que los estudiantes comprendan y puedan explicar que sucede en estas reacciones de oxidación-reducción.

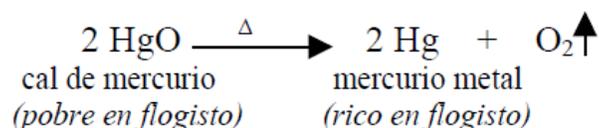
Marco Disciplinar.

Breve reseña histórica sobre reacciones de oxidación-reducción.

Para abordar esta reseña histórica se retomaron los trabajos realizados por algunos investigadores en el tema. Desde la perspectiva histórica es posible decir que la comprensión de los procesos redox inicia con la problemática que significó la teoría del flogisto. Esta teoría consideraba la existencia de una sustancia que estaba contenida en todos los compuestos inflamables, las cuales, durante el proceso de combustión perdían al flogisto. La evidencia experimental que se presentó fue presentada por Stahl, quien formula una teoría en la que se establecía, por primera vez, una explicación para dos procesos: la combustión y la calcinación. La combustión que era propia de sustancias orgánicas en donde daban como resultados materiales como el hollín o el carbón mineral que consideraba ricos en flogisto. Y la calcinación o producción de cal que es el proceso de obtención de metales a partir de sus sales, (Gallego, 2015), con esta idea se introducía por primera vez la reversibilidad en las reacciones químicas. De acuerdo con Scheler (1975), Stahl consideraba que el flogisto era la materia y principio del fuego, aunque no el fuego mismo (Amador, 2005).

Sin embargo, uno de los principales argumentos para la existencia del flogisto era que si se transformaba una sal de metal al metal éste perdió peso por la adición del

flogisto, y se decía que el flogisto tenía un peso negativo por eso pesaba menos, esta evidencia surge posterior de las investigaciones sobre los gases que realizó Joseph, quien aisló y estudió numerosos gases en el laboratorio, realizando experimentos con la combustión comprobando que para que se estos procesos se llevaran a cabo era necesario lo que denominó aire deflogistizado (Pellón, 2002). Priestley fue un excelente manipulador de los aparatos neumáticos, lo que con el tiempo lo llevó a descubrir al *oxígeno* (O₂), gas al que denominó inicialmente como *aire desflogisticado*. Lo obtuvo en 1774 al calentar la *cal roja de mercurio* en un recipiente cerrado y empleando fuego como fuente de calor. La reacción escrita con nuestra simbología actual es la siguiente:



Inicialmente, Priestley no fue consciente de su descubrimiento puesto que confundió el gas obtenido con el óxido nitroso (N₂O), que era un gas ya estudiado por él y del que sabía que ayudaba a la combustión (Jaimes, 2004). Posteriormente, observó que las propiedades de este nuevo *aire* eran muy diferentes, ya que permitía la respiración de seres vivos cuando se introducían en una campana llena de este gas y además, alimentaba con mucha más intensidad, que el óxido nitroso y que el aire ordinario, a la combustión, por lo que supuso, que *tenía afinidad por el flogisto* y durante los procesos de combustión era capaz de absorberlo. Priestley presentó los resultados de sus estudios con los gases en un trabajo de varios volúmenes titulado *Observations and Experiments on Different Kinds of Air*. (Wisniak, Carl Wilhelm Scheele, 2009) Uno o dos años antes, de la presentación de resultados de Priestley, el químico sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786), también había obtenido al oxígeno. Scheele identificó unos quince ácidos nuevos, obtuvo por primera vez el gas cloro, el sulfuro de hidrógeno, el ácido cianhídrico y también el oxígeno, aunque por un camino diferente al de Priestley. Scheele obtuvo el oxígeno tratando la pirolusita (dióxido de manganeso) con ácido sulfúrico concentrado. Así mismo, estudió las propiedades del nuevo *aire* y llegó a las mismas conclusiones que Priestley. Scheele también se apoyaba en la teoría del flogisto para sus

interpretaciones y sostenía que éste era semejante al éter imponderable de los físicos.

Otro reconocido investigador de la época fue Henry Cavendish, quien en 1766 aisló y caracterizó el *aire inflamable* (hidrógeno (H_2)), desprendido en las reacciones entre un ácido y un metal. Aunque concluyó que se trataba del flogisto, ya que tenía una densidad bastante inferior a la del aire atmosférico. En 1781 obtuvo agua a partir de la mezcla formada por su *aire inflamable* y *aire desflogisticado* encerrada en una campana hermética y haciendo saltar una chispa, sus resultados fueron comunicados a Priestley y también a la Royal Society en 1784.

En el escrito de comenta que Antoine-Laurent de Lavoisier se enteró del experimento a través de Charles Blagden, que era ayudante de Cavendish, cuando éste fue de visita a París en 1783. Rápidamente se interesó por el tema y decidió investigarlo.

En 1783, Lavoisier se interesa en los experimentos de Cavendish y lleva a cabo otras investigaciones que le llevaron a la *teoría del oxígeno en la combustión* (Pellón, 2002). El 20 de abril de 1776 nuevamente leyó ante la Academia otra memoria titulada “*Sobre la existencia del aire en el ácido nitroso y sobre los medios de componer y recomponer este ácido*”, en la que reveló que la *parte más pura del aire* (oxígeno) era un constituyente de este ácido, que es conocido actualmente como ácido nítrico (HNO_3). A partir de esta lectura, Lavoisier empieza a reflexionar sobre otros experimentos que había realizado y que involucraban la reacción de elementos como el fósforo y el azufre con el aire y solubilizando el producto en agua. Por lo que concluyó que los ácidos deben su acidez a esta nueva sustancia, a la que denominó oxígeno, vocablo derivado del griego y que significa generador de ácidos.

A partir de sus conclusiones, Lavoisier empieza a cuestionar la teoría del flogisto; y con sus ideas sobre el calor presenta una explicación más clara de los fenómenos de combustión, en comparación que la proporcionaba Stahl. Decía que la materia de fuego es la responsable directa del calor generado por estas reacciones químicas; y con estas ideas Lavoisier explicaba la producción de calor y de luz en la combustión; ya no se necesitaba el *flogisto*, puesto que el oxígeno era el

responsable de la combustión y lo que se generaba era la *materia de fuego* junto con el óxido. (Pellón, 2002) Es decir, Lavoisier descubrió que la combustión es una reacción en la cual el oxígeno se combina con otra sustancia. Para el año 1800 la teoría del flogisto ya había sido desaprobada por todos los químicos reconociendo como válido el experimento de Lavoisier.

Adúriz (2010) menciona que es importante tomar los inicios del paradigma propugnado por Lavoisier en relación con su nueva teoría de la combustión para hablar de las reacciones oxidación-reducción; en donde la oxidación de los metales era un fenómeno muy conocido desde la antigüedad.

En este sentido es importante decir que los procesos de oxidación de metales, principalmente el hierro, entendidos como 'herrumbre' o 'corrosión' de los metales expuestos a la intemperie son fenómenos cotidianos que evocan dos explicaciones encontradas Barke et al (2009) y Camacho González (2011):

1. El metal se oxida en el sentido de que "es atacado por el óxido", y de ahí expresiones como: se herrumbrió, se corroyó, se deslució, se ennegreció, se cubrió de una pátina, se cubrió de óxido.
2. El metal se oxida en el sentido de que "le sale óxido", y de allí expresiones como: le apareció orín, robín, verdín, o cardenillo, se descascaró, se pudrió...

De Jong & Treagust (2002) mencionan que en el campo de las reacciones redox ha variado en los distintos periodos de la historia de la química, a finales del siglo XVIII, los términos de oxidación y reducción fueron presentados por Lavoisier en relación con sus estudios de combustión. Él utilizó estos términos para describir la reacción del oxígeno con otras sustancias en particular, y la eliminación de oxígeno de los productos formados. A principios del siglo XIX, el científico alemán Justus von Liebig propone, desde sus estudios sobre el proceso deshidrogenación de alcoholes a aldehídos, definir la oxidación y reducción con respecto a la pérdida y ganancia de hidrógeno. Sin embargo, a inicios del siglo XX, el científico estadounidense Gilbert Newton Lewis, con su teoría electrónica de la valencia, propone definir una reacción redox como una combinación de dos medias reacciones incluyendo la transferencia de electrones. Más tarde, el científico estadounidense Wendell Latimer introdujo el término de número de oxidación como una noción

completamente formal para describir una reacción redox como una reacción vinculada al cambio de los números de oxidación.

Importancia de las reacciones oxidación-reducción.

Las reacciones de oxidación y de reducción (redox) son reacciones que ocurren comúnmente en la naturaleza y en la industria todos los días (Phillips John S. et al. (2012)). Muchas reacciones químicas importantes, son reacciones redox, las cuales se llevan a cabo como procesos complementarios; cuando una especie se oxida, otra se reduce. Algunos ejemplos de reacciones redox cotidianas de gran importancia son:

- Aquellas que se llevan a cabo en los organismos vivos como procesos bioquímicos: la respiración, la digestión, oxidación de grasas, la fotosíntesis en las plantas. Algunos organismos convierten la energía química en energía lumínica mediante un proceso llamado biolumiscencia.
- En la combustión de combustibles como la gasolina en el motor de un automóvil, o el gas utilizado en las estufas.
- La corrosión de metales en la formación de herrumbe; en la cubierta verdosa (CuSO_4 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) o pátina que se forma cuando el cobre se expone a la humedad, o cuando el agua es muy salitrosa.
- En la fabricación del acero es necesario el hierro metálico el cual es separado y purificado del mineral hematita (Fe_2O_3), este proceso es realizado en un alto horno por medio de una serie de reacciones redox.
- Las baterías en donde la energía química es convertida en energía eléctrica.

En la siguiente sección revisaremos cómo se entiende la transferencia de electrones en las reacciones de oxidación y reducción.

Reacciones de oxidación-reducción.

En la mayor parte de la literatura universitaria de química se dice que cuando una especie adquiere una carga más positiva (es decir, cuando pierde electrones), se **oxida**; es decir el proceso de oxidación se entiende como que la especie química, normalmente un átomo pierde electrones. Este átomo puede estar enlazado a otros formando iones o moléculas, o puede estar como ión o neutro.

Cuando un átomo, ión o molécula adquiere una carga más negativa (es decir, cuando gana electrones), se dice que se **reduce** (idea relacionada a la disminución en el número de oxidación). La reducción es la ganancia de electrones que experimenta un átomo. Ambos procesos son paralelos, es decir, mientras un átomo en una especie química se oxida, otro átomo en otra especie química se reduce, de ahí la idea del intercambio de electrones. Lo que significa que, si hay un proceso de oxidación, entonces también se lleva a cabo uno de reducción.

El término reacción de oxidación se refiere a la semirreacción que implica la pérdida de electrones. Una reacción de reducción es una semirreacción que implica una ganancia de electrones. La suma de ambas produce lo que se conoce como reacción neta.

Uno de los parámetros importantes para identificar cuando una ecuación química es de óxido reducción o de otro proceso químico, implica identificar si hay especies químicas (átomos) que estén cambiando de número de oxidación.

El número de oxidación se refiere a los electrones de valencia que un átomo comparte o cede en un enlace, o también a los que puede aceptar (dependiendo de su configuración electrónica) para formar un ión negativo. El número de oxidación también se puede asociar al número de enlaces que esté formando el átomo. Por ejemplo, en el ión permanganato, al átomo de manganeso se le asocia un número de oxidación de +7; su configuración electrónica es $[\text{Ar}]3d^54s^2$ por lo que tiene 7 electrones de valencia, pero en el permanganato también está formando 7 enlaces con los oxígenos. Cuando el manganeso, en el ión permanganato, gana 3 electrones, entonces su número de oxidación pasa a ser +4, y se forma el dióxido de manganeso (ver figura 2). En esta especie el manganeso tiene 4 enlaces con los oxígenos (ver figura 2). Este proceso, al ser reversible, entra dentro de los

denominados equilibrios químicos, pero con la condición de que exista en el medio, otra especie que sea la que gane o pierda los electrones.

Cuando el manganeso gana electrones y disminuye su número de oxidación se dice que es un proceso de reducción. Por el contrario, cuando pierde electrones y aumenta su número de oxidación se dice que es un proceso de oxidación.

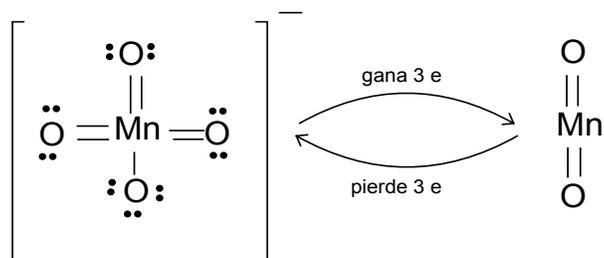


Figura 2. Proceso de pérdida y ganancia de electrones en el átomo de manganeso.

En algunas reacciones de oxidación-reducción, llamadas reacciones de desproporción o dismutación, un mismo elemento en su número de oxidación se oxida y se reduce al mismo tiempo. En una reacción de desproporción un reactivo siempre contiene un elemento que puede tener por lo menos tres números de oxidación. El elemento mismo está en un número de oxidación intermedio, es decir, pueden existir números de oxidación superior e inferior para el mismo elemento. Un ejemplo es la descomposición del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) o conocida como agua oxigenada en H_2O y $\text{O}_2(\text{g})$.

Aquí, el número de oxidación del oxígeno en el reactivo (-1) en H_2O_2 y cambia a -2 en el H_2O (una reducción) y a cero en el $\text{O}_2(\text{g})$ (una oxidación). El H_2O_2 se oxida y se reduce a la vez. Como se observa en la figura 3.

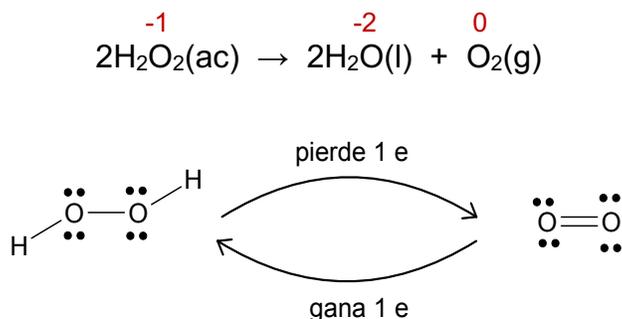


Figura 3. Proceso de pérdida y ganancia de electrones del átomo de oxígeno en el agua oxigenada ($\text{Nox}=-1$) y en el oxígeno molecular ($\text{Nox}=0$).

Marco Pedagógico.

Dificultades en el aprendizaje de los procesos químicos.

Diversos autores coinciden en que una primera visión sobre cómo ven y razonan los estudiantes sobre el mundo natural es a través de sus percepciones sensoriales, las cuales quedan registradas en su memoria (Johnstone et al. 1994; Furio et al., 2000). Es por ello que ponen en duda aquellos fenómenos que no son perceptibles, por ejemplo, algunas propiedades de los gases (los cuales no se ven, no se tocan, no “pesan”, etcétera), o la idea de que las propiedades de la materia se pueden transferir a los átomos, por ejemplo, la sustancia cobre es rojizo, entonces el átomo de cobre también es rojizo. Es por lo que los docentes solemos hacer uso del triángulo de Johnstone (Johnstone A. H., 2000) en donde se proponen tres niveles de interpretación de la materia (figura 4): el *nivel macroscópico* de las sustancias que tiene que ver con las descripciones fenomenológicas de las sustancias y fenómenos químicos; *el nivel microscópico*, el cual permite el modelado de dichos fenómenos a través átomos, iones o moléculas. Finalmente encontramos el *nivel representacional*, el cual hace uso de símbolos, fórmulas y ecuaciones, con las que se explican los tanto el nivel micro como el macro; es decir, las estructuras y los cambios debidos a las reacciones químicas.

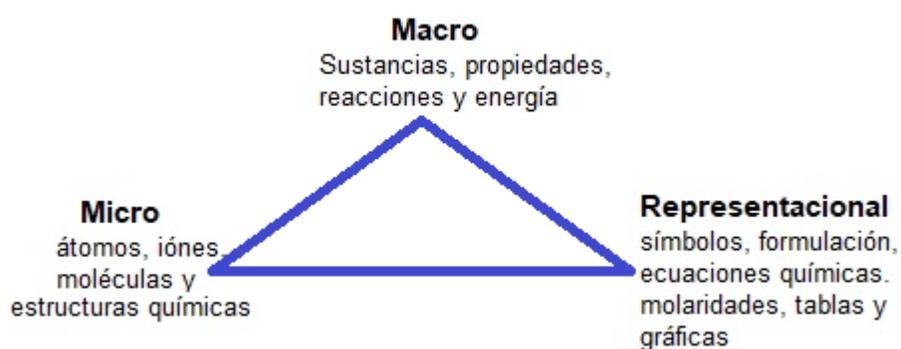


Figura 4. Triángulo de Johnstone, donde se muestran los tres niveles de explicación.

Otro aspecto importante relacionado con el pensamiento de los estudiantes es derivado de cómo integran el conocimiento dentro del medio social y cultural.

(Johnstone et al. 1994) ya que como ser social acepta las ideas que están asumidas en su cultura y, en particular, las transmitidas a través del lenguaje, cuyo significado forma parte de esa cultura cotidiana.

Lamentablemente, no se ha logrado integrar a la cultura científica dentro de la cultura popular. Para los estudiantes siempre han estado como una realidad externa, sin darnos cuenta de que muchos conceptos, teorías e ideas han sido construidas en paradigmas anteriores a los actuales.

Llorens (1994) encontró los estudiantes perciben los fenómenos desde su experiencia física, cultural y lingüística; lo que puede explicar muchas de las dificultades y obstáculos. A este conjunto de ideas construidas de ámbitos ajenos a la ciencia se les conoce como concepciones alternativas; cuya existencia y persistencia, también se ve originada por las formas de razonamiento espontáneo o “causalismo simple” (Andersson, 1990; Gil et al. 1991; Furio et al. 2000). Es decir, los estudiantes generan conclusiones o generalizaciones rápidas a partir de unas pocas observaciones cualitativas poco rigurosas, o aceptan, como verdades absolutas, evidencias de sentido común asumidas en la cultura cotidiana. Esta forma de pensar se opone a una concepción hipotética del conocimiento científico y a la reflexión necesaria para poner en cuestión las evidencias de sentido común.

Las comprensiones sobre cambio químico.

De acuerdo con Anderson (1990), Furió et al. (2000) y Balocchi et al. (2005) reconocen una serie de dificultades asociadas a las ideas de cambio químico y reacción química. Dichas dificultades están relacionadas a la forma en la que los estudiantes perciben y explican el fenómeno de cambio químico, y en la forma de comprender a la materia (generalmente como un modelo continuo, estático y sin vacío) entre los que se encuentran:

- a) El cambio químico como *desaparición de productos*.
- b) La reacción química imaginada como un *desplazamiento de materia*.
- c) *Modificación* de materia variando su apariencia, pero manteniendo su identidad.

d) *Transmutación* de materia: las sustancias se transforman en otras nuevas sin relación alguna con las originales; la conversión de la materia en energía o de energía en materia, etcétera.

La enseñanza de las reacciones redox.

Diversos investigadores De Jong et al (1995) y Österlund et al. (2009), han reportado que el tema de óxido-reducción es considerado por muchos docentes como uno de los más difíciles de enseñar. De tal manera que reportan dificultades en la explicación de la idea de transferencia de electrones (algunas veces vista como un camino), la dificultad que representan la asociación de los números de oxidación con los electrones de valencia, el planteamiento del balanceo por ión electrón en diferentes medios. Es decir, la forma en la que los docentes comprenden y comunican las ideas es fundamental para lograr aprendizajes o no; pero también está asociado a la idea de resolver ejercicios, es decir, la operativización sin la comprensión plena de las ideas.

Así pues, en la literatura (Schmidt, 1997; De Jong y Treagust, 2002; Österlund, 2009, Soudani et al. 2000); se reportan una serie de ideas en relación con la comprensión que alcanzan los estudiantes cuando estudian las reacciones óxido-reducción, entre las que se encuentran las siguientes:

- a) Dificultades para usar el conocimiento teórico de redox en el contexto de la vida cotidiana.
- b) Consideran a las semirreacciones como independientes. No consideran que sea un fenómeno simultáneo.
- c) Piensan que el oxígeno es un prerrequisito para una reacción redox, dado que la sílaba "OX" en "redOX", se refiere a este elemento.
- d) Saben que el oxígeno es necesario para que se produzca una combustión, pero no entienden a ciencia cierta las razones.
- e) No atribuyen la corrosión a una reacción química, no siempre incluyen al oxígeno y no lo asocian necesariamente con un incremento de masa.
- f) Tienen problemas en asignar el número de oxidación e identificar el agente oxidante y el agente reductor.

g) Tienen dificultades en entender el significado del número de oxidación.

Es por ello que se vuelve importante que las estrategias de enseñanza describan en general acciones que faciliten el aprendizaje; fomenten una actitud activa por parte de los alumnos lo que facilitará un cambio en sus concepciones. Es decir, generar condiciones que permitan un proceso de reflexión sobre los aprendizajes.

Los modelos de enseñanza de procesos Redox.

Como ya se ha dicho, muchos autores (Rignes, 1995; Quílez et al., 2009) coinciden en que la enseñanza de las reacciones oxidación-reducción es difícil y los conceptos no son fáciles de comprender. También se reportan diversos modelos de comprensión y explicación de estos procesos, los cuales involucran a tres especies químicas distintas: el oxígeno, el hidrógeno y a los electrones, también existe uno sobre los números de oxidación (Nox). En la tabla 1, se presentan estos modelos, los cuales son comúnmente enseñados en clases.

Tabla 1. Muestra las diferentes definiciones de los términos oxidación-reducción.

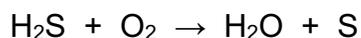
Tomado de Rignes (1995)

Modelo	Reducción	Oxidación
Modelo del oxígeno	Pérdida de oxígeno	Ganancia de oxígeno
Modelo del hidrógeno	Ganancia de hidrógeno	Pérdida de hidrógeno
Modelo de electrones	Ganancia de electrones	Pérdida de electrones
Modelo de número de oxidación (Nox)	Disminución del Nox	Aumento en el Nox

De acuerdo con Quílez et al. (2009) los modelos presentados en la tabla 1 se pueden entender de la siguiente manera:

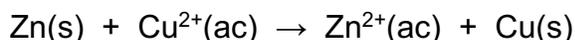
Modelo de oxígeno: Considera únicamente reacciones en donde participa el oxígeno, principalmente las reacciones de combustión o la formación de óxidos.

Modelo de hidrógeno: Considera aquellas reacciones donde el participa hidrógeno, se comprobó que en ocasiones el oxígeno al reaccionar con un compuesto que contenía hidrógeno se combinaba con este formando agua.



En este caso la ganancia de hidrógeno por el oxígeno se considera reducción y la pérdida de hidrógeno por el sulfuro de hidrógeno se define como una oxidación.

Modelo de transferencia de electrones: Este asociado con el proceso redox debido a la interpretación que se da en los procesos electroquímicos, que ocurren en los electrodos. En donde una especie química cede electrones, entonces se dice que se ha oxidado; mientras que otra especie química gana electrones, entonces se dice que se ha reducido. Por lo que cada reacción redox se puede interpretar en dos semirreacciones, una de oxidación y otra de reducción.



Semirreacciones:



Por lo que se puede interpretar que existe una transferencia de electrones.

Modelo de número de oxidación: Este modelo es aplicable a cualquier otro modelo de explicación de reacciones redox. Ya que en todas se consideran cambios en los Nox. Este modelo será el que se considere para este trabajo.

Trabajos prácticos experimentales en ciencias.

Los trabajos prácticos constituyen una actividad importante en la enseñanza de las ciencias debido a que permiten: la familiarización, observación e interpretación de fenómenos, y si se aplica un enfoque no tradicional también es posible contrastar hipótesis en procesos de modelización, aprender el manejo de instrumentos, técnicas, aplicar estrategias de investigación para la resolución de problemas y la comprensión procedimental de la ciencia. (Caamaño, 2003),

Otro aspecto importante es que fomentan la motivación de los alumnos, les permite adquirir un conocimiento vivencial, ayudan a la mejor comprensión de conceptos, proporciona experiencia en el manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio, permite el trabajo en equipo, desarrollar actitudes y valores.

Es importante tener claro que los trabajos prácticos no son un conjunto de instrucciones que los estudiantes deben seguir, sin darles tiempo a que aprecien cual es el objetivo que se persigue y cómo puede ser resuelta la tarea propuesta (Caamaño et al. 2003). Sin embargo, los trabajos prácticos pueden tener diferentes propósitos, por ejemplo:

- 1) Experiencias: permiten una familiarización perceptiva con los fenómenos.
- 2) Experimentos ilustrativos: instruyen un principio o una relación entre variables, una aproximación cualitativa o semicuantitativa del fenómeno.
- 3) Ejercicios prácticos: diseñados para aprender determinados procedimientos, destrezas, realizar experimentos. Tienen un carácter especial y se puede distinguir entre ejercicios prácticos:

Para el aprendizaje de procedimientos o destrezas:

- ✓ Prácticas: realizar medidas, tratamientos de datos y técnicas de laboratorio.
 - ✓ Intelectuales: observación e interpretación, clasificación, emisión de hipótesis, diseño de experimentos, control de variables.
 - ✓ De comunicación: planteamiento de un experimento por escrito o realización de un informe.
- 4) Investigaciones: diseñadas para dar a los alumnos la oportunidad de trabajar, familiarizarse de con las destrezas y procedimientos de indagación, como lo

hacen los científicos en la resolución de problemas, las investigaciones pueden ser:

- ✓ Para resolver problemas teóricos: interés en el marco de una teoría.
- ✓ Para resolver problemas prácticos: comprensión procedimental, planificación y realizar investigaciones.

Diseño de una secuencia de enseñanza aprendizaje.

Una unidad didáctica, secuencia didáctica o secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) es el documento de planificación de las situaciones de enseñanza y aprendizaje correspondientes a un tema o un contenido curricular concreto (Couso, 2011). Es decir, es la planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje, que responde a: qué contenidos, en qué contexto, con qué objetivos, en qué orden, de qué forma se realiza y la evaluación de cada una de las actividades que se realizan para enseñar y aprender. Por lo que una SEA debe incluir materiales, recursos, documentos o fichas de trabajo para los alumnos.

Comentan Sanchez et al. (1993), que la elaboración de una SEA es una de las actividades más complicadas a las que se enfrentan los docentes, ya que se enfrentan a la toma de decisiones sobre qué contenidos incluir, dónde iniciar, qué trabajos prácticos se deben hacer, o no, qué y cómo se va a evaluar, etc. El paso más difícil y delicado, por las repercusiones que tendrá en el logro de los objetivos generales de cada área, será cuando los profesores tengan que planificar y secuenciar las actividades propuestas para configurar una SEA que sea coherente intrínseca y extrínsecamente.

Diversos autores Sanchez et al. (1993) sugieren que para iniciar la planificación de una SEA se deben considerar diversos parámetros como el tipo de contenidos, número de alumnos por aula, experiencias previas del profesor y los alumnos, etc. Pero principalmente se deben dominar los contenidos disciplinares y considerar una serie de acciones a realizar entre las que se encuentran: la elaboración de análisis científico y didáctico, planteamiento de objetivos, elaboración de estrategias didácticas y de herramientas de evaluación, como se pueden observar en la tabla 2, el modelo para el diseño de SEA:

Tabla 2. Modelo para el diseño de SEA, tomado de Sanchez et al (1993)

«Modelo para el diseño de SEA».	
Análisis científico	
Objetivos a) Reflexión y actualización del profesor. b) Estructuración de contenidos	Procedimientos 1) Selección de contenidos. 2) Esquema conceptual. 3) Delimitar procedimiento. 4) Delimitar actitudes.
Análisis didáctico	
Objetivos a) Delimitar condiciones del proceso E/A para los alumnos	Procedimientos 1) Investigar ideas previas de los alumnos 2) Considerar exigencias cognitivas de contenidos. 3) Delimitar implicaciones para la enseñanza.
Selección de objetivos	
Objetivos a) Reflexionar sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos. b) Establecer referencias para el proceso de evaluación.	Procedimientos 1) Considerar conjuntamente el AC y el AD. 2) Delimitar prioridades y jerarquizarlas.
Selección de estrategias didácticas	
Objetivos a) Delimitar las estrategias a seguir para el desarrollo del tema. b) Definir tareas a realizar por el profesor y el alumno.	Procedimientos 1) Considerar los planteamientos metodológicos para la enseñanza. 2) Diseñar la secuencia global de enseñanza. 3) Seleccionar actividades de enseñanza. 4) Elaborar materiales de aprendizaje.
Selección de estrategias de evaluación	
Objetivos a) Valoración de la unidad diseñada. b) Valoración del proceso enseñanza y aprendizajes de los alumnos.	Procedimientos 1) Delimitar el contenido de la evaluación. 2) Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema. 3) Diseñar instrumentos para la recogida de información.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

La buena didáctica es aquella que deja que el pensamiento del otro no se interrumpa y que le permite, sin notarlo, ir tomando buena dirección.

Enrique Tierno Galván

La llave que se usa constantemente reluce como plata: no usándola se llena de herrumbre. Lo mismo pasa con el entendimiento.

Benjamin Franklin

Presentación.

El presente capítulo tiene como propósito ser una guía para el docente usuario de la propuesta didáctica. En este apartado se describen las actividades que se realizaron y que puede utilizar el profesor que emplee el recurso didáctico y se apoye en éstas para abordar la temática, conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje e intervenir de manera oportuna según convenga a los avances logrados y/o mostrados por el educando.

Tipo de investigación.

Este marco metodológico está orientado bajo un enfoque cualitativo observacional e interpretativo, además de tener una orientación de investigación-acción, *in situ*. Este tipo de investigación tiene como propósito resolver problemas cotidianos inmediatos de docentes en ejercicio (en este caso) para tratar de mejorar su comprensión a través de una reflexión profunda, a partir de un conjunto de acciones determinada (Makernan, 2001).

El modelo teórico que se utilizó en este proyecto es el “proceso investigación-acción educativa crítica emancipadora” de McKernan (1988); citado en (McKernan, 1999) el cual se basa en las categorías interpretativas de los profesionales en ejercicio, en donde a partir de un conjunto de ciclos de la investigación acción se busca la reflexión docente y la generación de modificaciones en los procesos que conllevarían a nuevos ciclos. De tal forma que la investigación puede verse como una “espiral de espirales” o como una “espiral autoreflexiva”, que se inicia con una situación o problema práctico, se analiza y revisa el problema con la finalidad de mejorar dicha situación (ver figura 5).

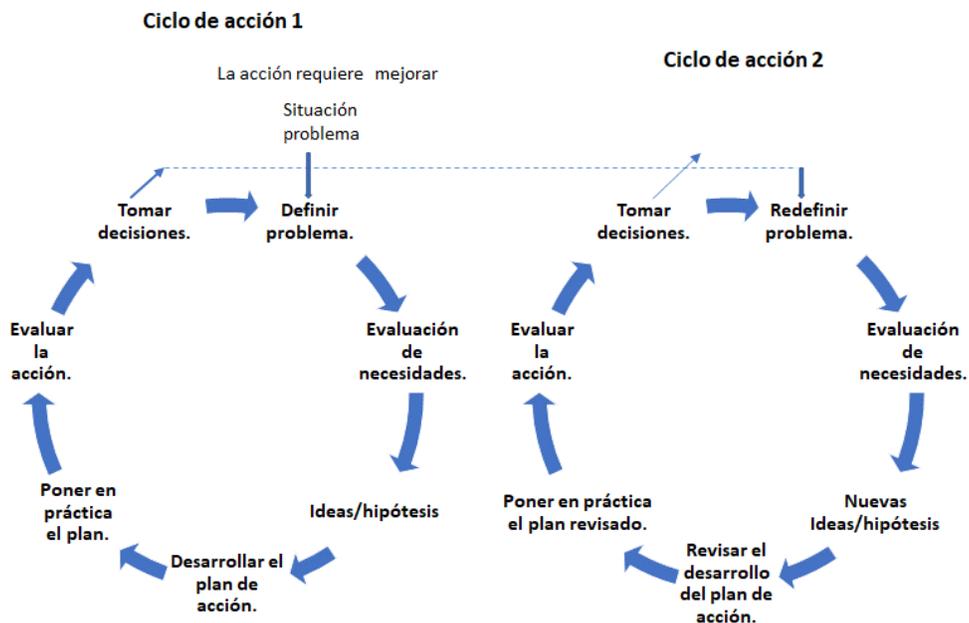


Figura 5. Modelo teórico proceso investigación-acción educativa Modelo de McKernan (1988), adaptada en McKernan (2001).

Población y muestra.

La población objeto de este trabajo se ubicó en la Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) Plantel Oriente; del turno matutino, del grupo 519 de quinto semestre los cuales cursaban la asignatura de Química III el aula-laboratorio C-321A, del edificio C, se trata de un grupo de 29 estudiantes (17 mujeres y 12 hombres) con edades entre 16 y 17 años y cursan por primera vez el curso de Química III.

Descripción de la metodología utilizada.

La descripción de la metodología que se siguió se hace de acuerdo con la definición de cómo el plan de acción informa y enlaza los métodos utilizados para la recolección y análisis de datos que ayudan a contestar la pregunta de investigación planteada Wilson E. et al. (2009). Así pues, el desarrollo de esta tesis se dividió en dos etapas fundamentales Makernan (2001):

- ✓ Primer ciclo de acción: se subdividió a su vez en diseño/estructuración, aplicación y análisis.
- ✓ Segundo ciclo de acción: se subdividió diseño/reestructuración y análisis.

La metodología para el desarrollo de la propuesta se presenta en la tabla 3, donde se describen las cinco fases que se realizaron para la implementación de esta propuesta didáctica.

Tabla 3. Muestra las 5 fases que se realizarán en las actividades a implementar

5 Fases en las que se realizarán las actividades a implementar.		
FASE	OBJETIVO	ACTIVIDAD
Fase 1: Caracterización	Identificar y caracterizar metodologías para la enseñanza aprendizaje de las reacciones oxidación-reducción (reacciones redox).	1.1 Realizar una revisión bibliográfica sobre la didáctica. 1.2 Realizar una revisión bibliográfica sobre la enseñanza por indagación. 1.3 Revisión bibliográfica sobre la enseñanza aprendizaje de las reacciones redox.
Fase 2: Actividad de exploración de ideas previas	Diseñar y aplicar una prueba diagnóstica para evaluar, tendencias pedagógicas, modelos de enseñanza aprendizaje y preconceptos sobre el contenido curricular de las reacciones redox.	2.1 Diseño de un cuestionario que permita identificar los conceptos previos de las reacciones redox. 2.2 Aplicación del cuestionario diagnóstico.
Fase 3: Diseño e implementación	Diseñar Secuencia Didáctica para el estudio de las reacciones redox.	3.1 Diseño de una estrategia didáctica para establecer criterios para identificar procesos óxido-reducción. 3.2 Diseño de una estrategia didáctica para identificar reacciones óxido-reducción en actividades cotidianas. 3.3 Diseño de una estrategia didáctica para que reconozcan que en cualquier reacción redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones).
Fase 4: Aplicación	Aplicar la Secuencia Didáctica para el estudio de las reacciones redox.	4.1 Aplicación en las clases la secuencia didáctica.
Fase 5: Evaluación y Análisis de los resultados obtenidos	Evaluar el aprendizaje de las estrategias utilizadas en las secuencias didácticas al grupo de estudiantes en que se realiza la intervención pedagógica.	5.1 Evaluar el desempeño académico y los cambios conceptuales logrados por los estudiantes utilizando las estrategias pedagógicas. 5.2 Evaluar mediante cuestionarios y rúbricas que permitan la heteroevaluación, la co-evaluación y la auto-evaluación. 5.3 Análisis de los resultados obtenidos

Primer ciclo de acción:

En este primer ciclo, se completaron las siguientes fases:

Fase 1: en ésta se realizó una búsqueda exhaustiva en la literatura acerca de las reacciones oxidación-reducción, concepciones alternativas, dificultades y problemas en la comprensión, estrategias didácticas, desarrollo histórico del concepto, modelos utilizados para explicar, revisión de cómo se aborda el concepto en los libros de bachillerato. Los resultados de dicha búsqueda se presentaron, de forma sintética, en el marco teórico.

Fase 2: actividad de exploración de ideas previas, en donde se diseñó y aplicó una prueba diagnóstica que consta de una situación problema que permite conocer los preconceptos y su interpretación de las reacciones redox.

Para desarrollar la secuencia didáctica de enseñanza-aprendizaje se tomaron en cuenta los contenidos, temáticas y aprendizajes esperados de los programas de estudios de Química IV Área II en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y Química III en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), en los cuales se mencionan: números de oxidación, agentes oxidantes y reductores, planteamiento de ecuaciones químicas y algunas aplicaciones. A partir de la revisión de los programas de estudios se pudo identificar contenidos y aprendizajes esperados que coinciden en ambos sistemas educativos del bachillerato de la UNAM, los cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Muestra los contenidos y aprendizajes esperados de los programas de ENP y CCH.

Contenido	Aprendizajes esperados
<ul style="list-style-type: none">❖ Características y representaciones de las reacciones de <i>oxidación-reducción</i> (<i>reacciones redox</i>)	<ul style="list-style-type: none">❖ Establece criterios para identificar reacciones oxidación-reducción.❖ Identifica reacciones oxidación-reducción en actividades cotidianas.
<ul style="list-style-type: none">❖ Nociones sobre los números de oxidación (posición del elemento en la tabla periódica).❖ Modelar reacciones redox (Ecuación oxidación-reducción)	<ul style="list-style-type: none">❖ Reconozca que en cualquier reacción redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones)

Fase 3: se inicia con el desarrollo de la secuencia didáctica, la cual incluye las siguientes estrategias:

- a) ¿Cómo limpiarías la joyería de plata de tu mamá?
- b) Reflexión sobre las reacciones redox, ¿Los puedo identificar fácilmente?
- c) Construyendo modelos y representaciones: los números de oxidación
- d) Algunos ejemplos de proceso redox cotidianos

Fase 4: Implementación

Se implementó la secuencia didáctica, durante el periodo comprendido de enero-febrero de 2014, la intervención total fue de cuatro sesiones de dos horas cada una, es decir, 8 horas frente al grupo 519 de quinto semestre de la asignatura de Química III en el aula-laboratorio C-321A, del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Oriente.

Fase 5: Análisis:

En esta fase se realizó una reflexión y evaluación de la de implementación del primer ciclo de acción de la secuencia didáctica, en obteniendo las primeras conclusiones, siendo estas en la 4ta. actividad en donde los estudiantes no realizaron la actividad ya que no se daban indicaciones para que infirieran el uso de celdas voltaica y celdas electrolíticas, por lo que se redefinió y reviso la secuencia didáctica, razón por lo cual se realizó una adecuación a la 4ta. actividad, por lo que quedara como ajuste y propuesta como se muestra en el anexo 1 la versión final.

Debido a este primer análisis la investigación se llevó a un segundo ciclo, o bucle de acción, de acuerdo con Makernan (2001), los acontecimientos en donde la experiencia y los pasos del primer ciclo se emplean para producir una “definición revisada de la situación”.

Segundo ciclo de acción.

❖ **Etapas de diseño/reestructuración.**

En este segundo ciclo de acción se reestructuró la secuencia didáctica como ya se mencionó anteriormente, esta metodología de ciclo de acción del proceso de enseñanza-aprendizaje permitió hacer modificaciones inmediatas para lograr que los estudiantes identifiquen, reconozcan y transformen sus percepciones que tienen de las reacciones oxidación-reducción al utilizar celdas voltaicas y celdas electrolíticas en la adecuación a la 4ta. actividad.

La metodología de investigación-acción puede utilizar diversos bucles de acción, que es la característica inherente de este tipo de investigación.

❖ **Etapas de análisis: Se analizará el plan ya revisado.**

Es importante mencionar que esta metodología permite realizar modificaciones y ajustes inmediatos hasta reformular si fuera necesario la hipótesis en función de las modificaciones realizadas al plan global de acción original y con esto poder generar otro ciclo o bucle de acción inmediato que permita al investigador redefinir más detalladamente el plan de acción global.

Las actividades de las estrategias del aprendizaje me ayudan a la planeación de la secuencia didáctica. Por lo ya se mencionado la metodología permitió que el trabajo de tesis lograra tener como título: “Diseño y puesta en práctica de una secuencia didáctica para la enseñanza de los procesos oxidación-reducción”.

Presentación de la secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA).

Antecedentes de la propuesta didáctica.

En síntesis, los programas curriculares de las asignaturas de química plantean un contexto de múltiples aplicaciones de la disciplina, la cual tiene una metodología y lenguaje propio. Estas características les permiten a los estudiantes transitar de lo concreto a lo abstracto y de lo macroscópico a lo molecular, a plantear modelos y utilizar esquemas de cuantificación más o menos complejos, a mejorar su pensamiento formal al permitir desarrollar habilidades intelectuales que incrementarán su nivel de abstracción. Al aplicar lo estudiado a la comprensión de algunos procesos industriales, nos permite apreciar las relaciones con otras ciencias y con la sociedad en general.

En este sentido, la SEA está pensada para la enseñanza de las reacciones óxido-reducción para la asignatura de Química III, del Colegio de Ciencias y Humanidades. Este tema se imparte en la segunda unidad, que tiene por nombre “Industria minero-metalúrgica” cuyo objetivo es que el alumno identifique una reacción redox utilizando de los números de oxidación;

Desarrollo de la propuesta didáctica.

Antes de describir la propuesta de secuencia didáctica para número de oxidación, es fundamental explicar que, en el CCH, la asignatura de Química III tiene cuatro horas a la semana, divididas en clases de dos horas, se tiene un tiempo estimado de cuatro horas, es decir, de una semana aproximadamente.

La secuencia está diseñada para desarrollarse en cuatro sesiones, cada sesión es de dos horas. Las actividades que se proponen incluyen trabajo en el aula-laboratorio escolar, en el aula, en el laboratorio virtual o salón de cómputo y trabajo extra-clase. Este tópico se encuentra dentro de la Unidad II, en la temática “Reacción de oxidación-reducción en la obtención de metales”.

Para desarrollar la siguiente secuencia didáctica de enseñanza-aprendizaje se tomaron en cuenta dos concepciones alternativas (Consideran a las

semirreacciones como independientes y no consideran que sea un fenómeno simultáneo; tienen dificultades en entender el significado del número de oxidación), los contenidos y aprendizajes esperados antes mencionados en tabla 4, por lo que se construye la tabla 5 que se muestra a continuación:

Tabla 5. Muestra las concepciones alternativas, los contenidos y aprendizajes esperados.

Contenidos	Aprendizajes esperados	Concepciones alternativas.
Características y representaciones de las reacciones oxidación-reducción (<i>reacciones de transferencia de electrones</i>)	<p>Establece criterios para identificar procesos oxidación-reducción.</p> <p>Identifica procesos oxidación-reducción en actividades cotidianas.</p>	Consideran a las semirreacciones como independientes y no consideran que sea un fenómeno simultáneo.
<p>Modelar procesos de oxidación y reducción.</p> <p>Nociones sobre los números de oxidación y su relación con la posición del elemento en la tabla periódica.</p>	<p>Comprende que los procesos redox se componen de un proceso de oxidación y uno de reducción.</p> <p>Reconozca que siempre que se lleva a cabo un proceso redox, habrá intercambio de electrones.</p> <p>❖ <i>Reconozca que en cualquier proceso oxidación-reducción siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación.</i></p>	Tienen dificultades en entender el significado del número de oxidación.

Se desarrollaron una serie de actividades para abordar los contenidos y aprendizajes esperados

Objetivos de la SEA.

En el desarrollo de la secuencia didáctica se pretende que el estudiante sea el constructor de su propio conocimiento, realizando actividades que le permitan reflexionar, desarrollar habilidades del quehacer científico, así como un trabajo colaborativo, en respeto e integración de su trabajo hacia su proceso de enseñanza y aprendizaje.

En cuanto al profesor frente al grupo se propone que realice un papel de profesor guía, donde sea el organizador, conductor y modelador de las discusiones, que tome decisiones en la introducción de los conceptos, formule conclusiones de las ideas relacionadas con el tema, resuelva problemas y relacione la temática con el entorno de la vida cotidiana.

Se plantean materiales didácticos en las actividades de la secuencia didáctica como son: juego, trabajo de investigación, trabajo individual, dinámicas de grupos colaborativos, actividades experimentales y un cuestionario diagnóstico que se aplicó antes y después de aplicar la secuencia didáctica diseñada.

Diseño de las actividades a desarrollar en la SEA.

A continuación, se presentan las actividades desarrolladas en la secuencia, el objetivo y una breve descripción en la tabla 6:

Tabla 6. Muestra las actividades desarrolladas en la secuencia didáctica.

Actividad	Objetivo	Descripción
Actividad 1. (15 min.) Cuestionario diagnóstico.	Indagar el conocimiento antecedente e ideas previas de los estudiantes con respecto a la interpretación de cómo visualiza las reacciones redox.	Aplicación de cuestionario diagnóstico. Se aplica al inicio y al final de las actividades.
Actividad 2. (100 min) ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?	Que el estudiante realice una primera interpretación de cómo visualiza las reacciones redox tomando en cuenta sus	Todas las actividades 2.1, 2.2 y 2.3; apoyan para realizar este objetivo

	características macroscópicas.	
Actividad 2.1. Actividad Experimental.	Que el estudiante observe, describa e interprete todos los cambios que sucedan en cada reacción química.	Realizar experimento para ver características macroscópicas de las reacciones químicas
Actividad 2.2. Representación simbólica (aniones y cationes).	Que el estudiante interprete la representación microscópica y simbólica de lo observado en las reacciones experimentales.	Se realiza un rompecabezas, para apoyar la representación simbólica.
Actividad 2.3. Clasificación de las reacciones químicas.	Que el estudiante realice una clasificación de las reacciones químicas.	Es una evaluación con la finalidad de ir monitoreando el aprendizaje.
Actividad 3. (100 min.) Actividad. ¿Dónde quedaron los electrones?	Que el estudiante reconozca que en cualquier proceso redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones) Que el estudiante identifique que el modelo de número de oxidación permite mostrar cómo los electrones se están transfiriendo en las reacciones redox.	Todas las actividades 3.1, 3.2 y 3.3; apoyan para realizar este objetivo
Actividad 3.1. Esta actividad se realizará individual.	Que el estudiante observe y evidencie la transferencia de electrones y también la carga (introducción del número de oxidación).	Retoma el experimento que realizaste en el tubo de ensayo 3 (Zn en polvo y ácido clorhídrico (HCl)). Hacer énfasis en la transferencia de electrones y también en la carga (introducción del número de oxidación).
Actividad 3.2. Memorama Juego de electrones intercambiados.	Que el estudiante identifique que cuando se realice una reacción química, se combinará con otros elementos dando como resultado un intercambio de electrones.	En las cartas se colocó en una mitad el número de oxidación del elemento con el cual está participando y en la otra mitad su forma iónica en la cual participa el elemento a la hora de combinarse, de tal

		manera que cuando se realice una reacción se combinará con otros elementos dando como resultado un intercambio de electrones.
Actividad 3.3. Actividad para trabajar individual.	Que el estudiante comprenda y determine que la transferencia de electrones; en la oxidación y la reducción ocurren simultáneamente.	Ejercicio para que se analicen las reacciones e identificar el reactivo que se oxida y el que se reduce, decide cuál de los reactivos es el agente reductor y cuál el agente oxidante.
Actividad 4. (Tarea) Explore su mundo.	Que el estudiante identifique reacciones redox en actividades cotidianas.	Ejercicios para reforzar lo aprendido.
Actividad 5. (100 min.) Las mil caras de redox ¿Cómo es que la transferencia de los electrones se puede medir?	Que el estudiante identifique experimentalmente que se está llevando transferencia de electrones en algunas reacciones redox en actividades de la vida cotidiana Qué el estudiante pueda medir experimentalmente la presencia de transferencia de electrones en las reacciones redox	Todas las actividades 5.1, 5.2 y 5.3; apoyan para realizar este objetivo.
Actividad 5.1. ¿Cómo medir la transferencia de electrones experimentalmente?	Que el estudiante infiera como poder medir la transferencia de electrones.	Solicitar previamente una investigación de celdas voltaicas y celdas electrolíticas. Asignar problema a cada equipo.
Actividad 5.2. ¡Al laboratorio!	Que el estudiante determine e identifique como ocurre la transferencia de electrones	Realizar actividad experimental realizar la construcción de la celda voltaica y la celda electrolítica
Actividad 5.3. Pila y celdas electroquímicas.	Que el estudiante analice el modelo de la pila o celda electroquímica para mostrar los procesos oxidación-reducción.	Cuestionario para analizar la pila y la celda electroquímica.

Para la evaluación de las actividades descritas se utilizó un portafolios de evidencias, las cuales se entregaron al final de cada actividad y un diario de clase.

El diario de clase se trabajó 10 minutos antes de terminar la sesión con las siguientes preguntas: ¿Qué aprendí hoy?, ¿Cómo lo aprendí?, ¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?, ¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar? ¿Qué ideas no comprendí?

Esta secuencia didáctica se trabajó tanto individualmente como por equipo. El profesor dio las indicaciones cuando se requirió de una forma u otra.

Recolección de datos.

Para esta investigación se recolectó información a través de las actividades, cuestionarios y demás herramientas de evaluación elaboradas por los estudiantes. cabe mencionar que cada método tiene ventajas y desventajas por sí mismo las cuales se pretenden disminuir al utilizar diversas opciones con la finalidad de proveer confiabilidad y validez a los resultados, así como las conclusiones obtenidas.

A continuación, se describirán cómo se abordan cada uno de los instrumentos que se utilizaron:

Se realizó un cuestionario diagnóstico, el cual se aplicó al inicio de la secuencia didáctica para conocer los conocimientos previos y concepciones alternativas de los estudiantes. También se aplicó al final de la secuencia con el objetivo de evaluar el aprendizaje de los alumnos después de la intervención didáctica.

Se llevó a cabo un diario de clase, además de solicitar a los alumnos que hicieran anotaciones respecto a las actividades realizadas de las reacciones oxidación-reducción.

En el portafolio de evidencias se colocaron las diversas actividades que los estudiantes trabajaron durante el desarrollo de la secuencia didáctica. Así como las

imágenes (fotografías) de las actividades experimentales o de lo que les llamara la atención de las actividades.

CAPÍTULO III. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y ANÁLISIS

Hay alguien tan inteligente que aprende de la experiencia de los demás.

[Voltaire](#)

*Yo no enseño a mis alumnos,
solo les proporciono las condiciones
en las que puedan aprender.*

[Albert Einstein](#)

Presentación.

En este capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos con la aplicación del cuestionario diagnóstico el cual se utiliza como pre-test y post-test, que permitió medir la comprensión de las reacciones oxidación-reducción, cabe mencionar que se transcribieron enunciados e ideas principales de los alumnos que participaron. Para mantener el anonimato de los alumnos se utilizan números, se transcribieron sus ideas tal y como ellos las pensaron y como ellos las escriben en donde se pueden revisar varios errores ortográficos.

También se presentan y analizan los resultados obtenidos de algunas de las actividades realizadas, para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los procesos redox.

Es importante mencionar que todas las actividades realizadas, son actividades cualitativas y no cuantitativas, cómo se mencionó anteriormente, siendo el objetivo de esta investigación diseñar y poner en práctica una secuencia didáctica, para la enseñanza-aprendizaje de los procesos oxidación-reducción, que permita a los estudiantes comprender y explicar las reacciones redox.

Al término de cada actividad se solicitaba a los alumnos que trabajaran en su diario de clase, permitiendo observar cómo fue el aprendizaje de los alumnos para esta temática.

Los resultados se colocaron en tablas y en gráficas, en cada una de éstas se menciona la actividad que se planteó y cómo los alumnos manifestaron sus ideas, sus conocimientos y la relevancia en sus explicaciones de lo que observaban.

Resultados y análisis de la aplicación del cuestionario diagnóstico pre-test y post-test .

El Cuestionario Diagnóstico (anexo III), como se mencionó anteriormente tiene como objetivo indagar el conocimiento antecedente e ideas previas de los alumnos con respecto a la interpretación de cómo visualizan los procesos oxidación-reducción.

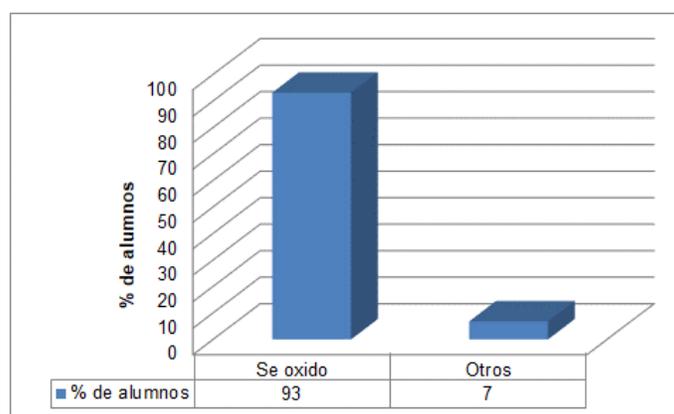
Por lo que se plantearon nueve preguntas con respecto a una clase de química en donde la profesora les explica a los alumnos sobre un experimento que hizo: colocó un clavo (limado y limpio) en una disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) y después de un tiempo se observó que sobre el clavo se formaba una cubierta de color café-rojiza. Además, se encontró en la literatura un esquema que podría explicar lo que ocurrió. Con esta información se pide a los alumnos que contesten de forma individual nueve preguntas (**pre-test**). En este caso participaron un total de 29 alumnos que es la muestra de estudio por lo que se referirá al 100% de población.

Una vez aplicada la secuencia didáctica se aplicó de nuevo el cuestionario diagnóstico ya que como se comentó anteriormente cada una de las actividades ayudan a la enseñanza-aprendizaje de los procesos oxidación-reducción que les permitan a los alumnos identificar, reconocer y transformar las precepciones que se tengan de éstos.

Por lo que procederemos a revisar los resultados y analizar el aprovechamiento de estas actividades propuestas (**post-test**).

Pregunta 1. ¿Qué piensas que le sucedió al clavo cuando entró en contacto con la disolución de sulfato de cobre (II)?

Pre-test.



Gráfica 1. Respuestas obtenidas en el pretest de la pregunta 1.

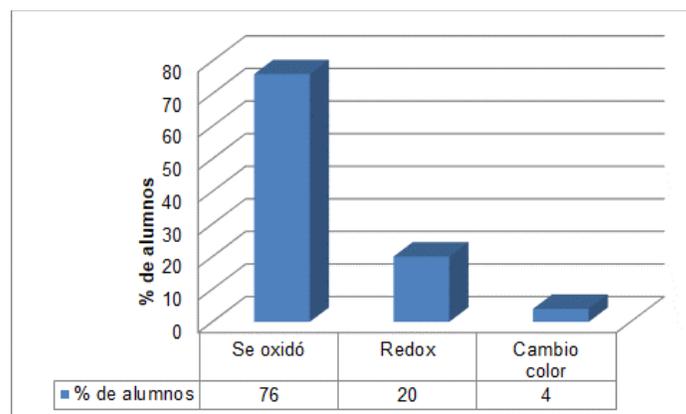
En la gráfica 1 se puede observar que de un total de 29 alumnos (100%), el 93% piensan que se oxidó el clavo cuando entra contacto con la disolución de sulfato de

cobre (II) y el 7% piensan que hubo una reacción con el hierro del clavo y que el hierro perdió electrones.

Al analizar estos resultados se puede constatar que los alumnos tienen una idea de que se está llevando un proceso de oxidación, lo cual concuerda con lo que describe De Jong & Treagust (2002) que los estudiantes consideran a la oxidación y reducción como reacciones independientes, por lo que los alumnos no tienen claro que se lleva un proceso simultáneo, por lo menos para esta población en estudio.

Con esto en mente, se puede suponer que la integración de una secuencia didáctica es necesaria para la comprensión de los procesos de oxidación-reducción.

Post-test.



Gráfica 2. Respuestas obtenidas en el post-test de la pregunta 1.

Como se muestra en la gráfica de un total de 25 (100%) alumnos que contestaron, el 76% escribe que comienza a ponerse de un color café- rojizo, porque comienza a oxidarse, ya que hubo pérdida de electrones, el 20% comentan que al momento que entró en contacto el clavo con el sulfato de cobre comenzó a realizarse una reacción de redox. Ya que en la imagen del cuestionario se muestra que empezaron a compartir electrones y un 4% de estudiantes dice que cambió su color debido a la disolución de CuSO_4 .

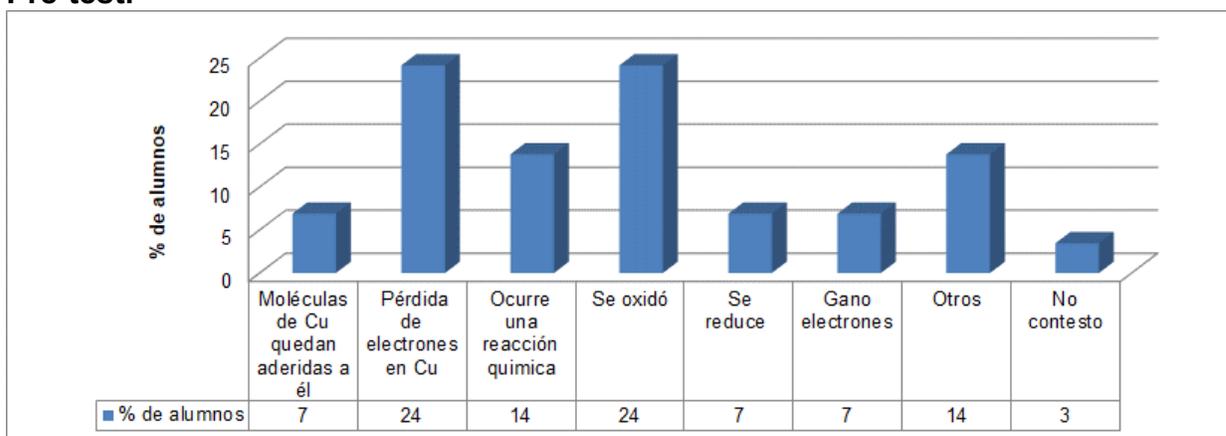
Con los resultados anteriores se puede observar que los alumnos empiezan a tener más claro porqué el clavo se oxida y dan una justificación de lo que está sucediendo, “el hierro pierde e^- ya que está provocando que se oxide”, por lo que se puede entender que los alumnos comprenden cuando una especie se oxida. Por otro lado,

el 20% de los alumnos comentan que se está llevando un proceso de oxidación-reducción debido a que notan que hubo intercambio de electrones.

Por lo que se puede decir que los alumnos son capaces de realizar una interpretación de cómo visualizar las reacciones redox tomando en cuenta sus características macroscópicas por lo que se logra con la actividad propuesta para la secuencia didáctica.

Pregunta 2. ¿Por qué crees que al clavo se le forma esa cubierta café-rojiza?

Pre-test.



Gráfica 3. Respuestas obtenidas en el pre-test de la pregunta 2.

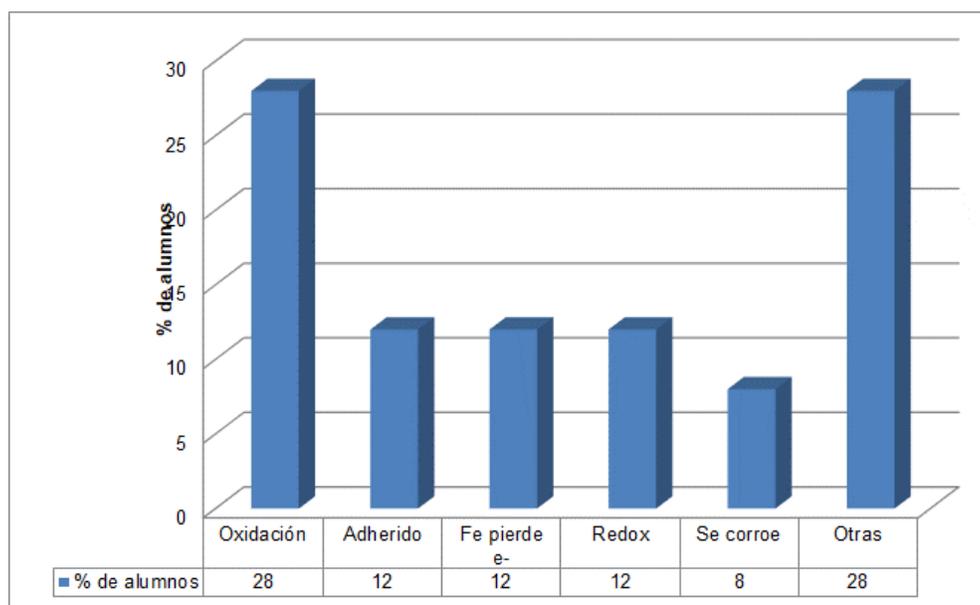
Al analizar los resultados se tiene que el 24% alumnos piensan que se debió a que perdió electrones el hierro, el 24% de los alumnos comentan que se oxidó, un 14% dicen que porque se realizó una reacción química, el 7% comentan que las “moléculas” de Cu quedaron adheridas al clavo, un 7% cree que se reduce y éste es de diferente color al cambiar su estructura, otro 7% dice que ganó electrones, el 3% no contestó y un 14% tienen varias propuestas como “creó que es debido a que al clavo lo limaron y con la disolución se disolvieron entre líquido y el polvo del limado, porque entra en contacto tanto el hierro con el sulfato de cobre y el oxígeno del medio ambiente, por el material del que está hecho, etc.”

Estos resultados concuerdan con lo dicho por Hans (2012), los alumnos no distinguen qué es lo que está sucediendo con el clavo y la disolución de sulfato de cobre, ni tampoco qué pasa entre las sustancias y las partículas.

También se puede ver que los alumnos no tienen claro el significado de ganancia y pérdida de electrones, ni lo que es que se oxide o se reduzca una especie química, están confundiendo cuando es un proceso de oxidación y cuando ocurre un proceso de reducción.

Por lo que indica que en la secuencia didáctica se tiene que hacer dichas aclaraciones de los procesos de oxidación-reducción.

Post-test.

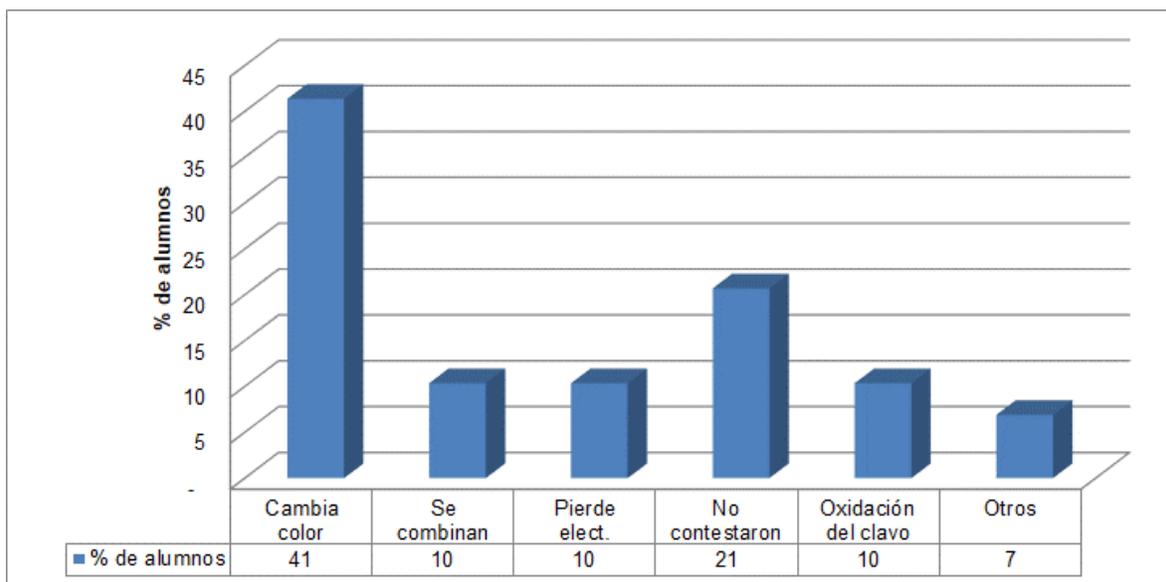


Gráfica 4. Respuestas obtenidas en el post-test de la pregunta 2.

De los resultados obtenidos se tienen varias respuestas, el 28% alumnos contestaron que al entrar en contacto con el sulfato de cobre empezó la reacción química y el clavo se oxidó porque el Fe comenzó a ceder electrones y el cobre empezó a recubrir el clavo, haciendo que el clavo se hiciera cobrizo, un 12% alumnos dicen que porque se le está adheriendo el cobre de la disolución de sulfato de cobre, el 12% alumnos comentan que porque el clavo de hierro está perdiendo electrones y el Cu es quien los gana haciendo que el clavo cambie su forma (cubierta), un 12% de alumnos comentan que por el proceso óxido-reducción, en este caso la oxidación, la llevará a cabo el Fe y la reducción el Cu y el 8% alumnos dicen que porque el metal se corroe (Fe) y el cobre (Cu) gana los electrones que el Fe pierde.

Pregunta 3. ¿Qué crees que le sucederá a la disolución de sulfato de cobre (II) después de un tiempo?

Pre-test.



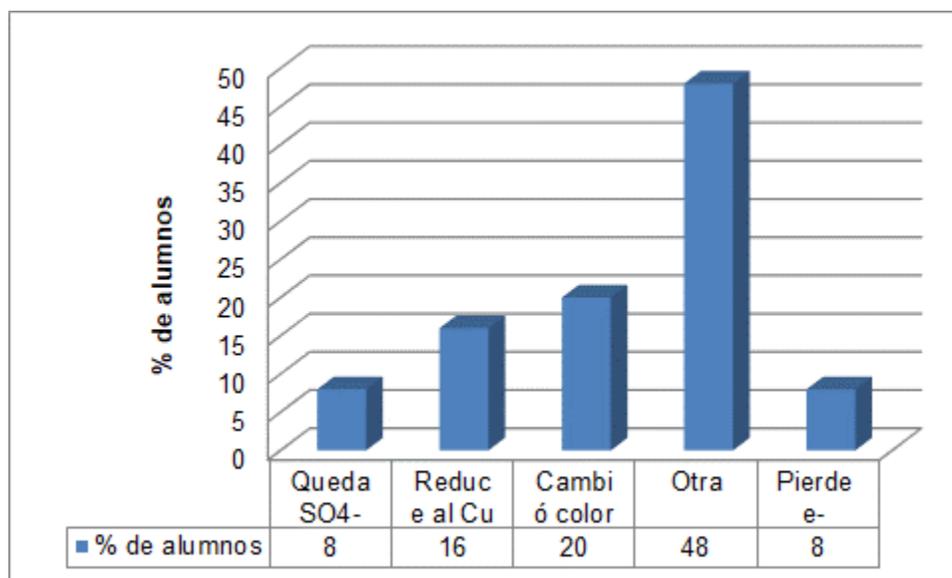
Gráfica 5. Respuestas obtenidas en el pre-test de la pregunta 3.

Como se puede observar en la gráfica 5, el 41% alumnos creen que cambiará de color porque ya no será una disolución “pura”, porque estará completamente contaminada con el óxido que se ha formado y cambiará completamente de color café-rojizo o que también se tornará café porque ya estuvo en contacto con el clavo; el 10% de los alumnos dicen que la disolución quedará combinada con el hierro, otro 10% creen que después de un tiempo termina por oxidarse de igual forma que le sucedió al clavo, un 10% más de alumnos creen que comienza a reducirse puesto que pierde sus electrones (el cobre), el 7% alumnos dicen que toda la disolución se convertirá en color café-rojizo porque toda la disolución pasará por el mismo proceso y el 21% de alumnos no contestaron.

Por lo que se puede notar que los alumnos no tienen claro que se realiza un proceso de oxidación-reducción, debido a que no distinguen lo que sucede con el cobre en la disolución de cobre, ni lo que sucede entre las partículas y las sustancias (Hans, 2012). Es por ello que una de las actividades de la secuencia didáctica tenga una

interpretación de cómo visualizar las reacciones redox tomando en cuenta sus características macroscópicas.

Post-test.



Gráfica 6. Respuestas obtenidas en el post-test de la pregunta 3.

En la gráfica 6 se muestran los resultados obtenidos en el post-test, en la que se puede ver que el 20% de los estudiantes comentan que cambió su coloración quizá a color verde debido al intercambio de electrones, específicamente debido a los e^- que libera el Fe, un 16% de alumnos dicen que se empezará a reducir el cobre quedando en estado libre, el 8% de alumnos comentan que va a dejar de reaccionar en el momento en que ya no tenga más electrones que perder, un 8% alumnos dicen que quedaron solamente SO_4^{2-} , el cobre quedará adherido al clavo y el 48% de alumnos dan otras respuestas diferentes como se va a llenar de partículas pequeñas, o sea las moléculas de hierro (Fe), la concentración podría variar ya que una parte de cobre se está depositando en el clavo, etc.

De acuerdo a los resultados anteriores en donde el 20% de los alumnos mencionan que a medida que transcurre el tiempo de reacción el sulfato de cobre perderá sus características originales y cambiará de color, ya que “sufrió” una reacción química, por lo que el 48% de los alumnos dan varias respuestas que permiten comprender que tienen una confusión de qué sucederá en la reacción química después de un

tiempo ya que la concentración podría variar, una parte de cobre que se está depositando en el clavo, también se dice que el clavo es magnético y atrae al sulfato y el cobre de la disolución como comenta en su investigación Hans (2012).

Pregunta 4. Observa la imagen 6b y escribe lo que está tratando de describir

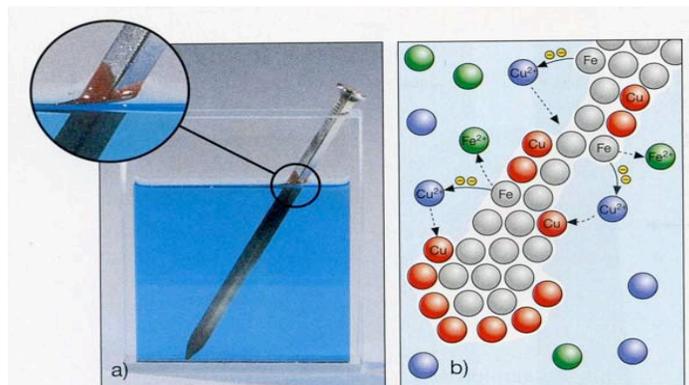
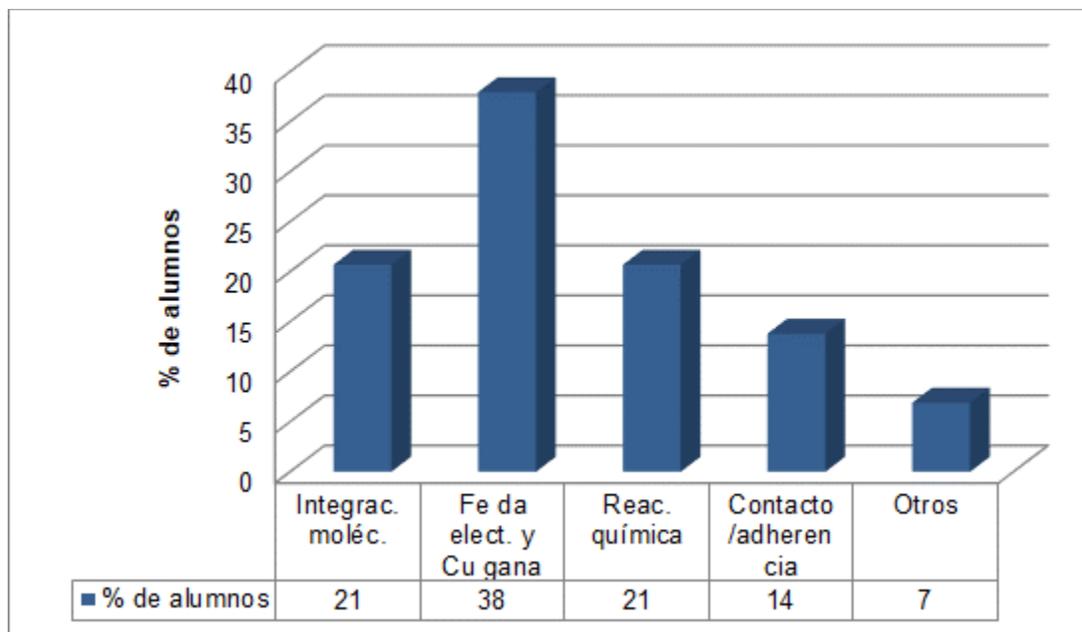


Imagen 6. Reacción de un clavo de hierro en disolución de sulfato de cobre (II). Tomada de (Barke, 2012)

Pre-test.



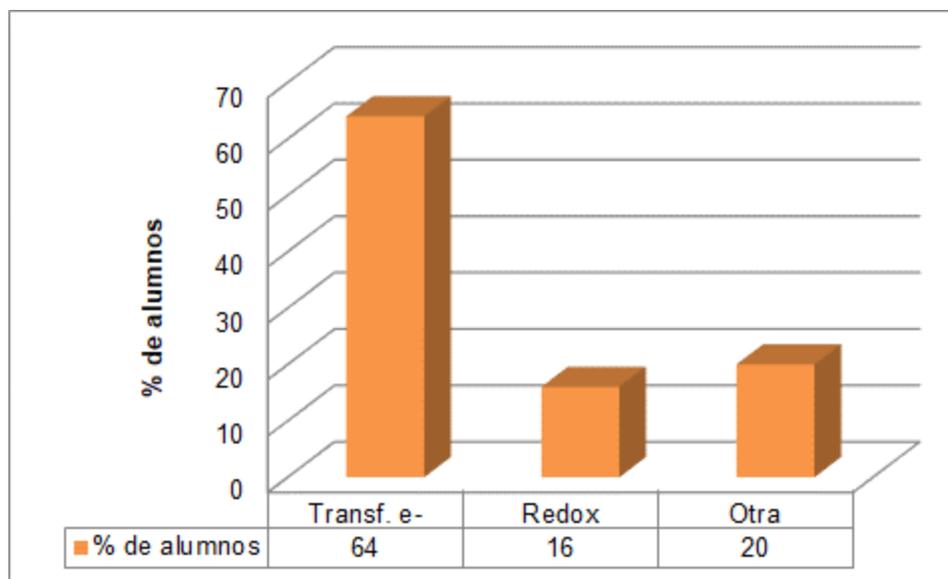
Gráfica 7. Respuestas de los alumnos en el pre-test de la pregunta 4.

De los resultados obtenidos, que se presentan en la gráfica 7, se observa que un 38% de alumnos describen que hay un intercambio de electrones entre el hierro y

el cobre; el 21% de alumnos describen que hay una “interacción molecular” es decir el intercambio de moléculas entre las reacciones que ocurren; otro 21% de los alumnos dicen que el clavo reaccionó cuando entró en contacto con el sulfato de cobre, un 14% de alumnos mencionan que la imagen describe el movimiento de las partículas del sulfato de cobre adhiriéndose a las moléculas que forman al clavo de hierro y un 7% alumnos comentan que trata de describir la reacción de oxidoreducción del clavo en contacto con la disolución de sulfato de cobre y como se van transformando los elementos y ganando.

Se puede notar que los alumnos usan términos como transferencia de electrones en donde hay ganancia y pérdida de electrones, también mencionan que hay un intercambio de partículas y lo que menciona uno de los alumnos que ocurre una reacción de oxidación-reducción, por lo que es necesario implementar una actividad en donde los alumnos reconozcan que en un proceso oxidoreducción habrá un intercambio de electrones (ganancia o pérdida de electrones).

Post-test.



Gráfica 8. Respuestas de los alumnos en el post-test de la pregunta 4.

En la gráfica 8, se observa que el 64% de los alumnos comentan que hay transferencia de electrones en la reacción, presentándose una pérdida de electrones del Fe, los cuales son transferidos al Cu que se reduce y por lo que

produce la coloración rojiza, el 20% alumnos describen la transferencia de electrones y la deposición del cobre en el clavo, mediante la reacción de oxidoreducción y un 15% alumnos dan otras respuestas como lo que está pasando microscópicamente a nivel molecular. Esto permite decir que el 84% de los alumnos detectan la transferencia de electrones y reconocen que se llevó a cabo una reacción redox.

Por lo que el implementar una actividad en donde los alumnos reconozcan que en un proceso oxidoreducción habrá un intercambio de electrones (ganancia o pérdida de electrones) fue adecuado.

Pregunta 5.- ¿Cómo crees que se ajusta al experimento a lo que se observa en la imagen 6a?

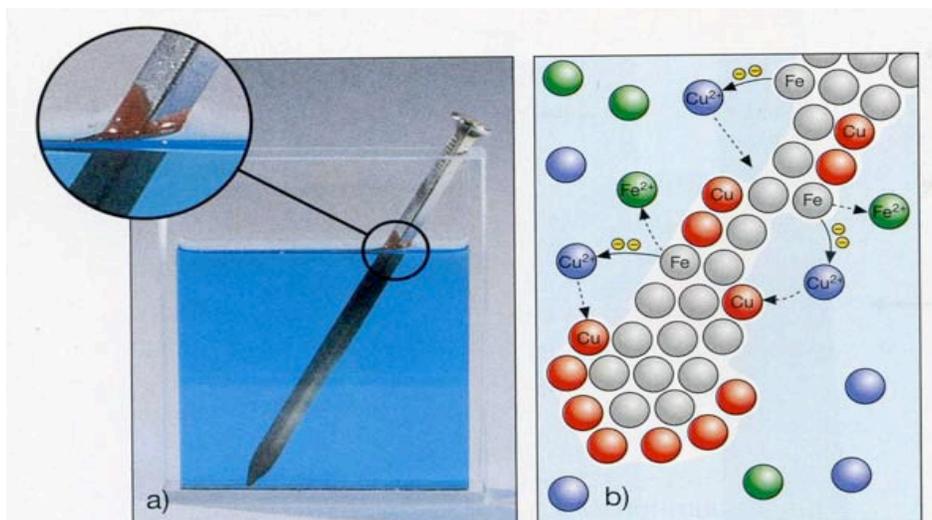
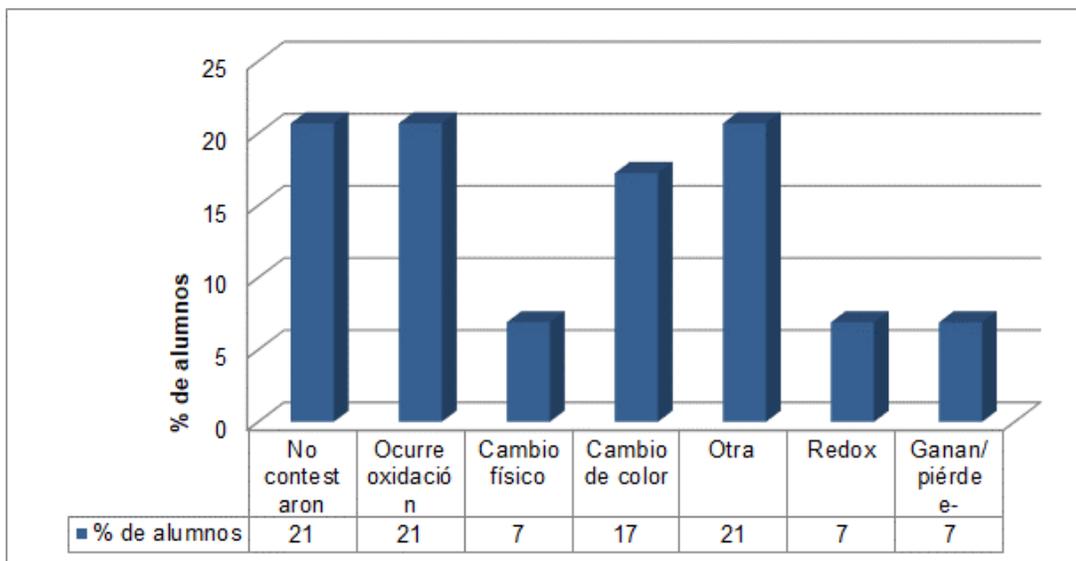


Imagen 6. Reacción de un clavo de hierro en disolución de sulfato de cobre (II). Tomada de (Barke, 2012)

Pre-test.



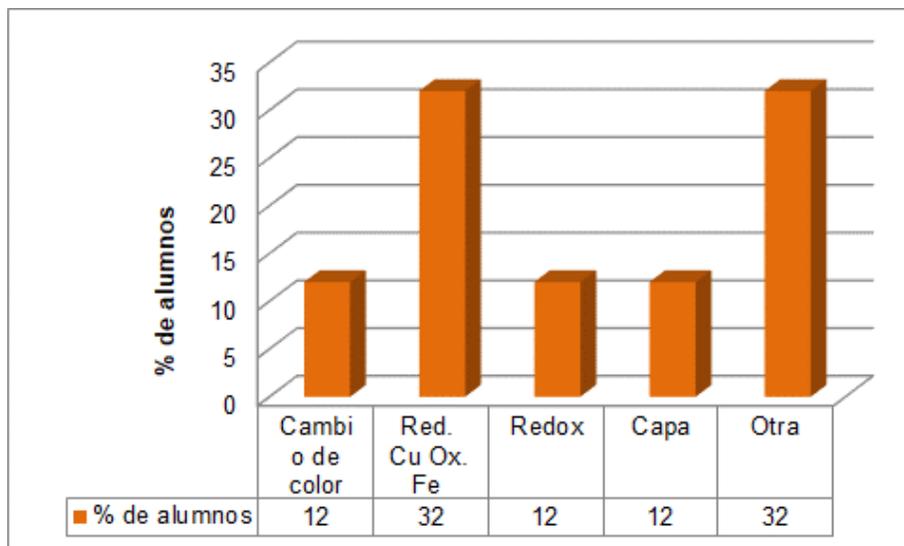
Gráfica 9. Respuestas de los alumnos pre-test de la pregunta 5.

Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica 9. Los cuales indican que el 21% de los alumnos comentan que muestra la oxidación que se presenta en el clavo al ser introducido en la disolución, otro 21%, no contestó la pregunta, el 17% comenta que la imagen a “es lo que nuestros ojos perciben, pero conociendo la teoría del experimento podremos entender porque cambia de color y como es que este sucede”; un 7% de los alumnos dicen que indica el cambio físico que hay en el clavo, otro 7% indican que el clavo es un ejemplo de redox ya que hay una oxidación y reducción, otro 7% comentó que cuando el clavo entra en contacto con la disolución, el Fe de éste le dona electrones al Cu , finalmente el 21% de los alumnos dan descripciones de lo que observan, diciendo que se muestra una imagen que ejemplifica correctamente el fenómeno, que se realiza en una reacción redox, cuando entra en contacto el clavo con la disolución de sulfato de cobre.

Con lo anterior se puede decir que los alumnos no distinguen lo que está sucediendo entre el clavo y la disolución de cobre, piensan que el clavo es cubierto de oxido. Por lo que se consideró importante aplicar una actividad de experimentación en donde el alumno identificara y aplicara un modelo (número de oxidación y

transferencia de electrones) que le permitiera entender que realiza una reacción de oxidación-reducción.

Post-test.

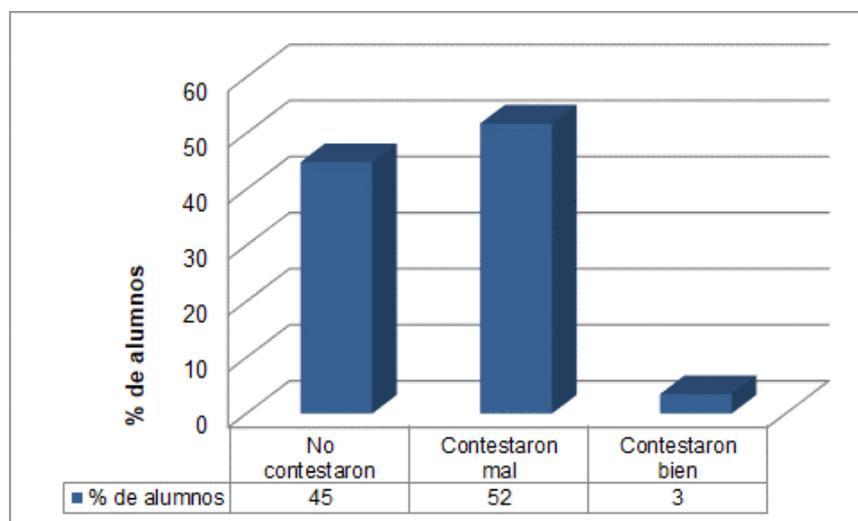


Gráfica 10. Respuesta de los alumnos post-test de la pregunta 5.

Los resultados obtenidos muestran que 32% alumnos mejora su percepción sobre el fenómeno diciendo que el hierro cuando entra a la solución de CuSO_4 se empezó a oxidar y el Cu después de un tiempo se reduce, el 12% de los alumnos indican que existe un cambio de color que se representa de color rojo, es el que va a reaccionar con el hierro por lo que se cambiara de color a azul, sin llegar a dar una mejor explicación, es decir se quedan en lo que observan; otro 12% describe qué es lo que ocurre externamente en una reacción redox, que se intercambian electrones entre átomos; otro 12% de alumnos comentan que en la imagen a se muestra el experimento después de un tiempo de empezado y que se forma la cubierta café-rojiza y, finalmente, un 32% dan diversas respuestas de diferentes niveles de explicación como las siguientes: “es una explicación molecular de lo que ocurre con el clavo al sumergirlo en la disolución de CuSO_4 ”, “se ajustó porque es muy semejante a la celda voltaica la cual utiliza estas soluciones y metales”, etc. Con estos resultados se puede decir que hubo un incremento en los niveles de comprensión de los estudiantes, ya que empiezan a reconocer cuál es la especie que se oxida (Fe) y cuál se reduce (Cu).

Pregunta 6. Escribe la ecuación química de la reacción que se lleva a cabo.

Pre-test.



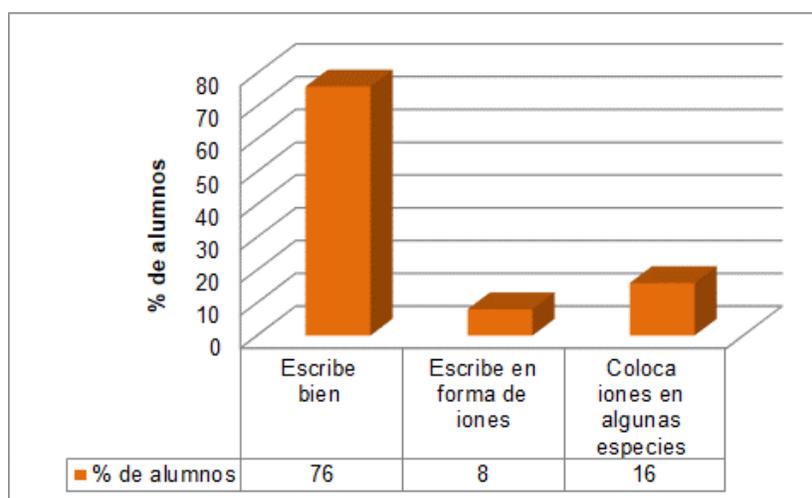
Gráfica 11. Respuestas de los alumnos pre-test de la pregunta 6.

Como se observa en la gráfica 11, el 45% de los alumnos no contestaron la pregunta, el 52% alumnos contestaron mal a la pregunta, por ejemplo:

$\text{Fe} + \text{Cu}^2 \rightarrow \text{Fe}^2\text{Cu}$, y sólo un 3% escribió correctamente la ecuación.

Al analizar estos resultados se puede constatar que no saben escribir la ecuación química es decir no tienen una adecuada interpretación de un lenguaje simbólico (Johnstone A. H., 1982), en donde el alumno sea capaz de describir de una manera representacional lo que está sucediendo en un proceso de oxidación reducción.

Post-test.



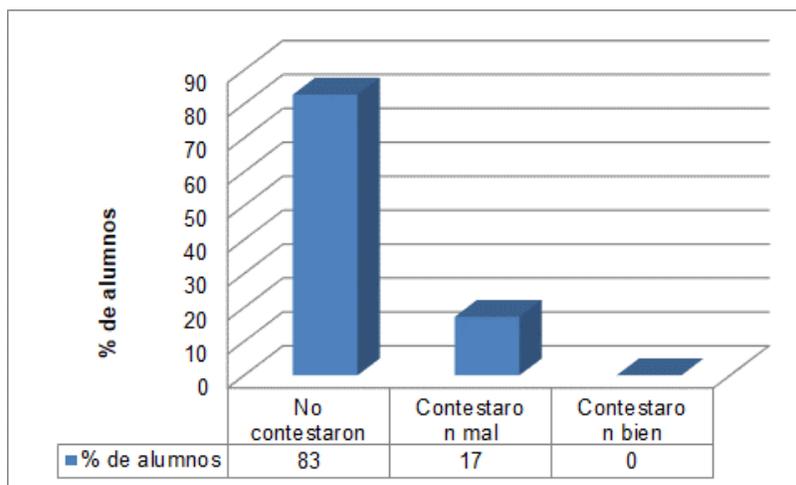
Gráfica 12. Respuesta de los alumnos en el post-test de la pregunta 6.

En la gráfica 12, se muestran los resultados obtenidos donde un 76% de alumnos escriben correctamente la ecuación química de la reacción redox que ocurre entre el sulfato de cobre CuSO_4 y el clavo Fe por ejemplo: $\text{Fe(s)} + \text{CuSO}_4(\text{ac}) \rightarrow \text{FeSO}_4(\text{ac}) + \text{Cu(s)}$; un 16% de los alumnos escriben la ecuación de la siguiente manera: $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Fe}^{+2} + \text{CuSO}_4$; un 8% de los alumnos indican la ecuación de la siguiente manera: $\text{Fe} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ en forma de iones, pero únicamente los involucrados en la reacción.

Al revisar los resultados se puede decir que todos los alumnos contestaron y que el 76% de los alumnos escribieron adecuadamente la ecuación y un 8% de los alumnos escribieron bien pero en su forma iónica, considero que la actividad 2 ¿Dónde quedaron los electrones?, en donde el alumno reconoce que en cualquier proceso redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones) y que identifique que el modelo de número de oxidación, permite mostrar cómo los electrones se están transfiriendo en las reacciones redox es adecuada.

Pregunta 7. Escribe las semirreacciones de la reacción química que se está realizando.

Pre-test.

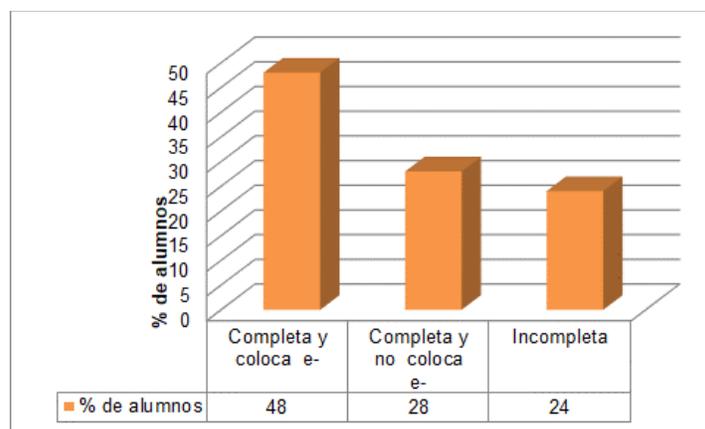


Gráfica 13. Respuestas de los alumnos del pre-test de la pregunta 7.

La gráfica 13, muestra que un 83% de los alumnos no contestaron la pregunta, el 17% si contestaron, pero lo hicieron mal escribiendo por ejemplo El Cu^{2+} pasa a Cu y el Fe^{2+} pasa a Fe o solamente una semirreacción Cu^{+2} para a ser Cu .

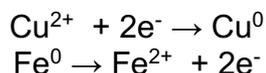
Esto puede indicar que los alumnos no recuerdan cómo escribir las semirreacciones, que son representaciones simbólicas como se mencionaba en la pregunta anterior, por lo que es impórtate incluir una actividad en donde pueda identificar y escribir reacciones químicas y semirreacciones o también llamadas medias reacciones.

Post-test.

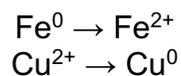


Gráfica 14. Respuesta de los alumnos del post-test de la pregunta 7.

En la gráfica 14, se muestran los resultados obtenidos y se tiene que el 76% alumnos escribieron bien las semirreacciones, de los cuales el 48% escriben las semirreacciones incluyendo los electrones que se están transfiriendo, por ejemplo:



El 28% de alumnos no incluyen los electrones y escriben las semirreacciones de la siguiente manera:



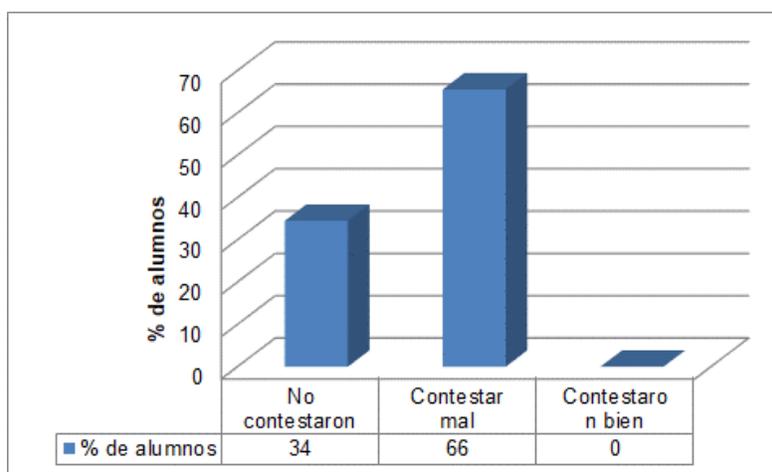
Y el 24% no escriben adecuadamente las semirreacciones ya que las escriben o como la ecuación química o nada más una semirreacción y lo realizan de la siguiente manera:

$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+2}$
$\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- ,$ $\text{CuSO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 - 2\text{e}^-$
$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} , \text{Cu} + 2\text{e}^- \text{ Fe Cu}$

Con estas respuestas se puede decir que la actividad MEMORAMA. Juego de electrones intercambiados (Padilla y Sosa, 2011) es una buena propuesta ya que permitió a los alumnos tener claro que existe transferencia de electrones; en donde la oxidación y la reducción ocurren simultáneamente; se pierden y se ganan electrones al mismo tiempo y el número total de electrones perdidos por una partícula en la oxidación, es igual al número de electrones ganados por otra partícula en la reducción.

Pregunta 8. ¿Cuál es el número de oxidación para cada una de las sustancias?

Pre-test.

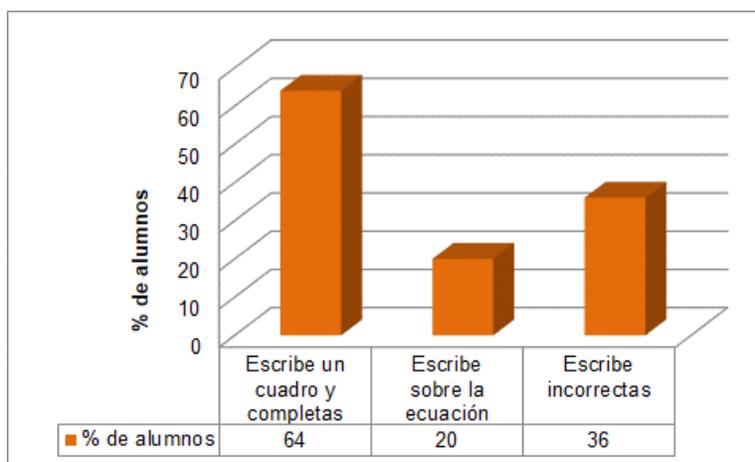


Gráfica 15. Respuesta de los alumnos del pre-test de la pregunta 8

De los resultados obtenidos, y que se muestran en la gráfica 15, se tiene que 10 (34%) alumnos no contestaron, y 19 (66%) contestaron, pero de forma equivocada, ya que consideraron números de oxidación iguales ($\text{Fe}=2$, $\text{Cu}= -2$), o planteaban para el hierro $1+$ como número de oxidación. Esto puede deberse a una

comprensión equivocada de lo que son los números de oxidación, pero también a problemas con la nomenclatura.

Post-test.

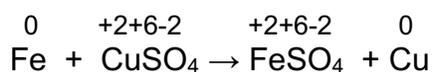


Gráfica 16. Respuesta de los alumnos del post-test de la pregunta 8.

De los resultados obtenidos se tiene que 16 (64%) alumnos contestaron adecuadamente los números de oxidación de cada una de las especies, de estos 11 (44%) alumnos escribieron la ecuación química y realizaron las operaciones que los llevaron a los Nox, tal y como se mostró en clase con el uso del siguiente modelo:

$\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$			
Fe= 0	CuSO ₄	FeSO ₄	Cu= 0
	Cu +2 X 1 = +2	Fe +2 X 1 = +2	
	O -2 X 4 = -8	O -2 X 4 = -8	
	S +6	S +6	
	0	0	

Por otro lado, 5 (20%) alumnos escribieron los números directamente sobre la ecuación química como se muestra a continuación, por lo que no siguen el modelo que se mostró en clase:



En ambas respuestas los Nox son correctos. Finalmente, 9 (36%) alumnos escribieron incorrectamente los números de oxidación, en este caso plantean la

suma de los Nox como el número de oxidación total, como se plantea el caso del oxígeno con -2 y con 8 como se muestra a continuación:

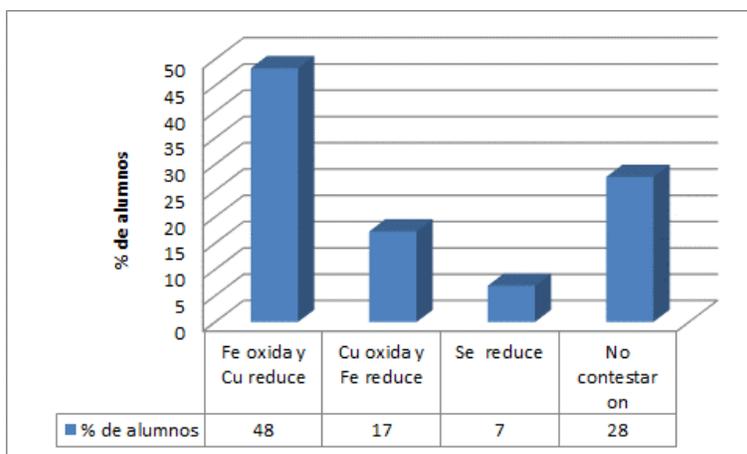
$\text{Fe}^{+2}, \text{Cu}^{+2}, \text{S}^{+6}, \text{O}^{-2}$
$\text{Fe}^{2+}, \text{Cu}^{-2}, \text{S}^{-6}, \text{O}^{-2}$
Cu $+2 \times 1 = +2$
O $-2 \times 4 = 8$
S = 6
Fe = 2

También se puede interpretar que separan a las especies, y aunque el razonamiento no es incorrecto del todo, el que planteen un Nox total lo vuelve equivocado, ya que no especifican claramente como se indicó el modelo en la clase.

Como se mencionó en el marco teórico, el modelo de número de oxidación permite determinar la transferencia de electrones en las semirreacciones redox.

Pregunta 9. En la ecuación química que escribiste ¿qué elemento se oxida y cuál se reduce?

Pre-test.



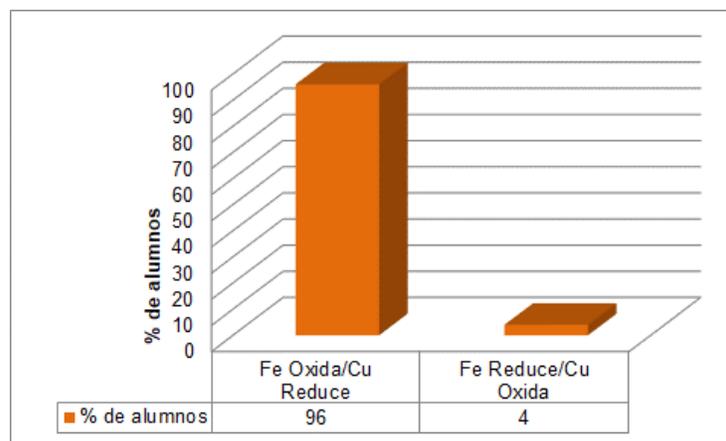
Gráfica 17. Respuesta de los alumnos del pre-test de la pregunta 9.

Los resultados obtenidos muestran en la gráfica 17, que 14 (48%) alumnos mencionan que el Fe es quien se oxida y el Cu es el que se reduce, 5 (17%) alumnos

comentan que el Fe se reduce y el Cu se reduce, 2 (7%) alumnos comentan que ambos se reducen y 8 (28%) alumnos no contestaron.

Estos resultados indican que sólo un 48% de los estudiantes manejan la idea de quien se reduce y quien se oxida; Un 17% confundió esta idea que tiene relación con la comprensión del Nox, por lo que, si comprendieran bien la primera, estas ideas resultan más sencillas.

Post-test.



Gráfica 18. Respuesta de los alumnos del post-test

Los resultados obtenidos muestran en la gráfica 18, que 24 (96%) alumnos dicen que:

Se oxida el Fe y es el agente reductor
Se reduce el Cu y es el agente oxidante

Y sólo un (4%) alumno indica que sucede lo contrario:

Fe= se reduce por la pérdida de electrones
Cu= se oxidó por la ganancia de electrones

Estos resultados indican prácticamente todo el grupo alcanzó una comprensión de qué especie se reduce y cuál se oxida. Es decir, podemos decir que la actividad planeada funcionó, ya que permitió a los alumnos diferenciar cual especie está oxidándose y cuál se está reduciendo.

Resultados y análisis de la SEA.

Dada la extensión de la SEA, sólo se presentarán los resultados de algunas de las actividades implementadas.

Actividad 1. ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?

En esta actividad se realizaron experimentalmente diferentes reacciones químicas cuyo objetivo era que los estudiantes observaran, describieran e interpretaran **todos** los cambios que sucedieron; además de dibujar con partículas como creían que se estaba llevando a cabo la reacción en el tubo de ensayo. Elementos que se solicitaron en el informe que entregaron la sesión posterior.

Esta actividad se propuso ya que una de las prácticas científicas más comunes es diseñar y comprender los procedimientos experimentales; en este caso los estudiantes no propusieron las reacciones, pero el solicitarles procesos como la observación, descripción, interpretación y modelaje, permitió el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento científico.

A continuación, se muestra una fotografía (figura 7), de los resultados obtenidos de las reacciones químicas, que se realizaron en la actividad experimental, además también se muestran las observaciones e interpretación y dibujo de las partículas, en la figura 8:



Figura 7. Muestra los resultados de las reacciones químicas.

Tubo 1

Observación

Tiene un ligero cambio de color, además de que el tubo se calienta un poco

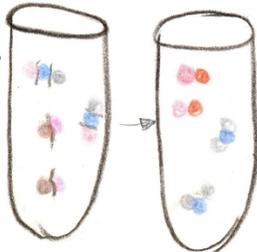
Descripción

Al añadir el HCl y agitarlo, el color se tornó amarillo claro, y se calentó un poco con el movimiento

Interpretación

Desprende calor porque se realiza una reacción de neutralización.

- Legenda de iones
- Na
 - O
 - H
 - Cl



Tubo 2.

Observación

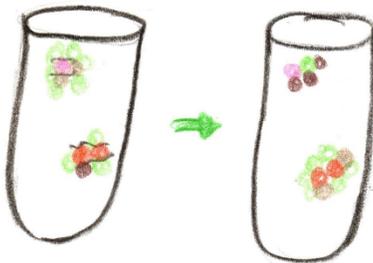
Se presenta un cambio de color a blanco

Descripción

Al añadir el carbonato de sodio al nitrato este comenzó a realizar una reacción de color

Interpretación

Al ser una reacción de precipitación se produce un producto insoluble.



- Legenda de iones
- Ca
 - Na
 - N
 - O
 - C

Tubo 3.

Observación

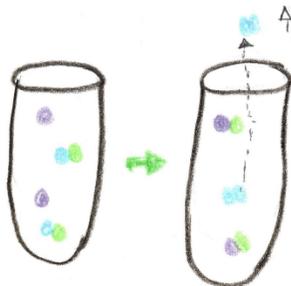
Hay humo y precipitación, además de calor

Descripción

Al realizar la mezcla de las sustancias, esta empezó a reaccionar y presenta una precipitación y humo

Interpretación

El zinc al entrar en contacto con el HCl se oxida y el ácido se reduce, además de que ocurre la liberación de un gas (H₂)



- Legenda de iones
- H
 - Zn
 - Cl

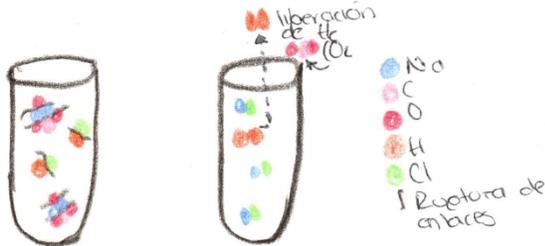
Tubo 4.

Observación
Se observa un poco de gas y efervescencia

Descripción
Al mezclar las sustancias estas comenzaron a producir una efervescencia, además de gas y cambio de color.

Interpretación
La efervescencia es provocada por la reacción de un ácido y de la sal.

Además se libera CO_2 (gas).



Tubo 5

Observación
Se presenta un cambio de color y una capa gris en la parte superior e inferior del tubo

Descripción
al añadir las sustancias no reaccionan hasta que se agitan estas comienzan una reacción: hubo un cambio de color y se hace notar que el Cu no reacciona completamente.

Interpretación
Lo que está en la parte superior e inferior es Ag de color azul es Cu^{2+} que está parcialmente disuelto ya que el Cu no reacciona totalmente.



Tubo 6.

Observación
Burbujeo

Descripción
Al mezclar las sustancias hubo un cambio de color además de que se presentó un burbujeo

Interpretación
Esta reacción tiene como resultado una base ya que es una reacción ac-basi



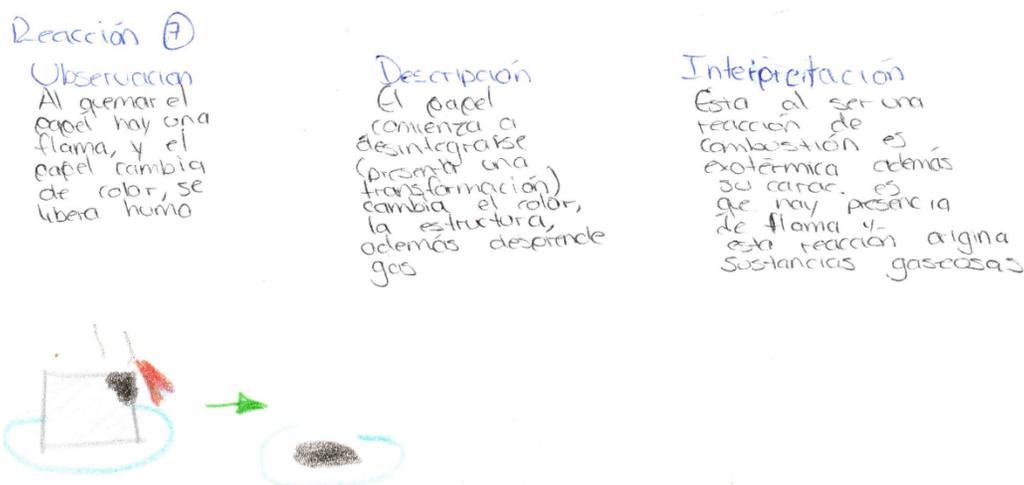


Figura 8. Observaciones, interpretaciones y dibujos de las partículas elaboradas por los estudiantes.

Representación simbólica (aniones y cationes).

En esta actividad se hizo uso de fichas magnéticas con representaciones de aniones y cationes. Con ella se buscaba que los estudiantes representaran lo que sabían de una ecuación química. Aunque no todos los estudiantes lograron realizar la actividad correctamente, todos hicieron esfuerzo por representarlas, aunque, sólo uno lo logró de forma correcta.

En la figura 9, se muestra como un ejemplo exitoso del uso de las fichas magnéticas. Se considera que esta actividad permitió que los estudiantes lograran comprender y representar simbólicamente como se unen los iones (cationes y aniones) de los compuestos que forman parte de los reactivos y los productos, permitiendo escribir las ecuaciones químicas de las reacciones que se realizaron en la actividad experimental.

Resultado de como el alumno unió a los cationes y aniones por medio de las fichas magnéticas, para mostrar la formación de reactivos y productos.

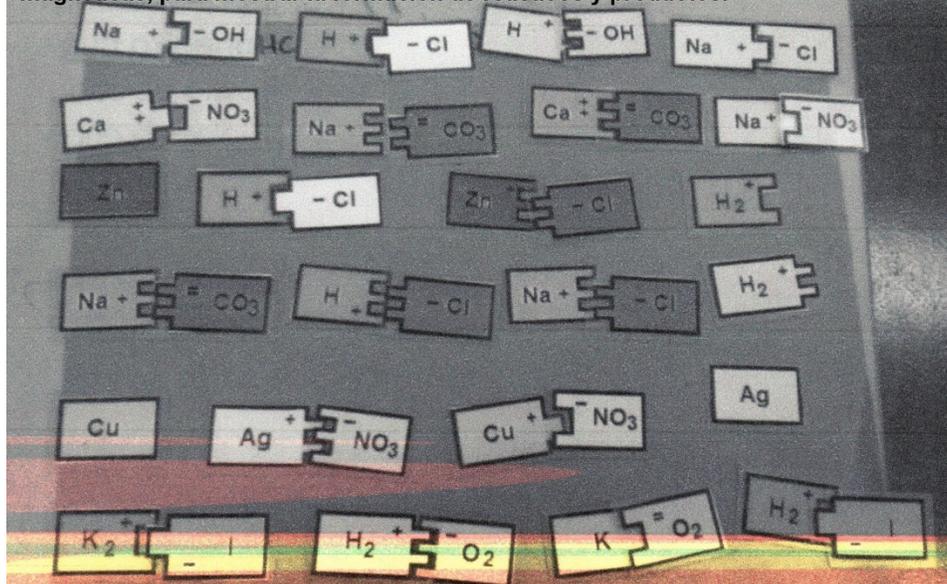


Figura 9. Representación simbólica de las ecuaciones químicas, con las fichas magnéticas.

Clasificación de las reacciones químicas.

Esta actividad se trabajó primero de forma individual, y después se solicitó a los estudiantes que intercambiaran ideas por equipo. En ambos casos tenían que contestar las siguientes preguntas:

1. Podrías clasificar las reacciones que observaste con base en tus observaciones. Justifica tu respuesta.
2. Si tu respuesta anterior fue sí, propón la clasificación y especifica en qué te basaste para realizarla.
3. Podrías hacer una clasificación diferente ¿Cuál y por qué? ¿En qué te fijaste para proponer una clasificación distinta?

Se presentará únicamente lo que se trabajó por equipos, en donde se les pedía que compararan sus respuestas con las de sus compañeros de equipo, y se fijaran en qué eran similares o diferentes. También se les pidió que discutieran hasta llegar a un consenso y plantearan una respuesta común.

1- Podrías clasificar las reacciones que observaste con base en tus observaciones.

Las respuestas de los equipos son las siguientes: 3 dicen que todas son iguales; el cuarto equipo menciona que por la energía liberada y energía no liberada; el quinto equipo comenta que por su estructura y el sexto equipo dice que hay un intercambio de moléculas y electrones, debido a que son específicas y sus características.

2- Propón la clasificación y específica en qué te basaste.

Para la clasificación de las ecuaciones químicas, 3 equipos indican que son endotérmicas y exotérmicas; el cuarto equipo las clasifica como ácido-base, indicando la presencia de sales, bases, ácidos, hidróxidos e hidrácidos; el quinto equipo indica que de acuerdo al tipo de compuestos que interactúan en las reacciones y, finalmente, el sexto equipo mencionan las reacciones de óxido-reducción, porque hay un intercambio de electrones y la molécula cambia su número de oxidación y porque algunas reacciones son parecidas, etc.

3- Podrías hacer una clasificación diferente ¿Cuál y por qué? ¿En qué te fijaste para proponer una clasificación distinta?

En esta pregunta, un equipo comenta que otra clasificación podría ser en homogéneas y heterogéneas, porque lo que observaron en los tubos de ensayo algunas sustancias que se separan o se crean una sustancia nueva, es decir piensan que pueden clasificar a las reacciones como mezclas. Un segundo equipo dice que por los aspectos de cada reacción, lo que se relaciona en gran medida con el primer equipo; un tercer equipo dice que por el tipo de reacción, en este caso óxido-reducción, ya que algunos compuestos ganan electrones y otros los pierden; el cuarto equipo estuvo dividido ya que 2 alumnos dijeron que en reacciones endotérmicas y exotérmicas, porque liberan y ocupan energía, y el otro alumno

indicó que se realizaba una degradación, no indica que se degrada; el quinto equipo indicó que por el cambio de materia (consistencia).

Estos resultados muestran que, de acuerdo con Johnstone et al. (1994), para los adolescentes la realidad del mundo natural coincide con sus propias percepciones sensoriales; las cuales quedan registradas o impresas directamente en nuestra mente, sin tener en cuenta que dichas percepciones son filtradas *a priori* por lo que ya existe en ella.

Con todos estos resultados se considera que la actividad propuesta es bastante buena ya que permite al alumno realizar una primera interpretación de cómo visualizar las reacciones en general, aunque pocos las hayan identificado como de redox, tomando en cuenta sus características macroscópicas, y relacionando sobre la escritura del modelo con base es ellas.

Por lo que sus reportes de actividad experimental muestran, la reacción química que se realizó y utilizando las fichas magnéticas se considera que fueron capaces de representar simbólicamente las ecuaciones químicas de las reacciones que se realizaron en la actividad experimental, como se muestra a continuación en la figura 10:

TABLA DE RESULTADOS

Tubo 1

Reacción: Ácido-Base



Tubo 2.

Reacción: Precipitación



Tubo 3.

Reacción Redox



Tubo 4.

Reacción



Tubo 5

Reacción Redox



Tubo 6.

Reacción:



Reacción ⑦

COMBUSTIÓN



Figura 10. Representación simbólica de las ecuaciones químicas de las reacciones químicas.

Actividad 2. ¿Dónde quedaron los electrones?

Esta actividad tenía como finalidad que el alumno reconociera que en cualquier proceso redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de

oxidación (habrá intercambio de electrones), además de que identifique que el modelo de número de oxidación permite mostrar cómo los electrones se están transfiriendo en las reacciones redox.

Se retoma el experimento de la reacción química de Zn en polvo y ácido clorhídrico (HCl), con la finalidad de poder usarlo como ejemplo para el desarrollo de la actividad.

Escribe los dos procesos (semirreacciones) que se están llevando a cabo.

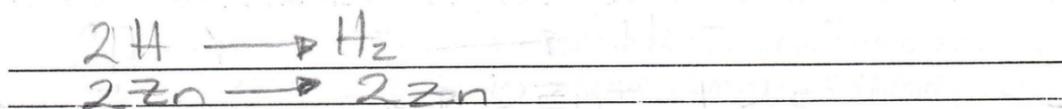
Esta actividad se trabajó primero de forma individual, y después se solicitó a los estudiantes que intercambiaran ideas por equipo. De tal forma que se les solicitó contestaran los siguientes requerimientos:

- 1) Escribe la reacción, pero como dos procesos distintos (semirreacciones)
- 2) Escribe los procesos que se están llevando a cabo, en donde no escriban al cloruro, pero sí a los electrones.

En estas preguntas los alumnos escriben correctamente la ubicación de los electrones, como se puede observar en la evidencia de la respuesta de los alumnos, figura 11.

Junto con tu equipo analicen sus respuestas y lleguen a un consenso.

Por equipo, escriban la reacción, pero como dos procesos distintos (semirreacciones). No escribas al cloruro.



Por equipo, escriban los procesos que se están llevando a cabo. No escribas al cloruro, pero sí a los electrones.

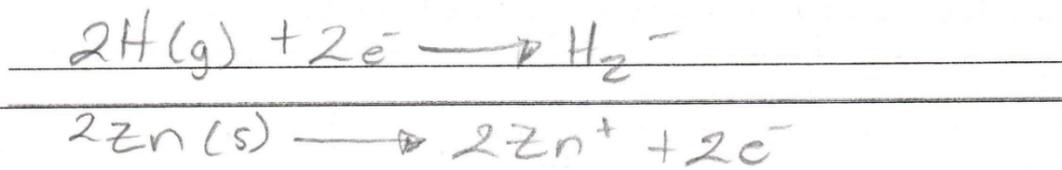


Figura 11. Representación de semirreacciones por los alumnos.

Sin embargo, hubo alumnos que no escribieron adecuadamente las semirreacciones con sus electrones transferidos, ni con las cargas de los iones, por lo que se puede interpretar que todavía no han comprendido el cómo es que ocurre una transferencia de electrones o no lo supieron escribir en la semirreacción correspondiente, como se observa en la figura 12.

Junto con tu equipo analicen sus respuestas y lleguen a un consenso.

Por equipo, escriban la reacción, pero como dos procesos distintos (semirreacciones). No escribas al cloruro.



Por equipo, escriban los procesos que se están llevando a cabo. No escribas al cloruro, pero sí a los electrones.

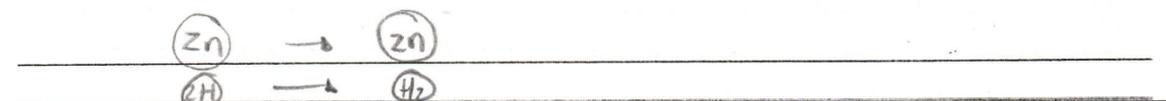
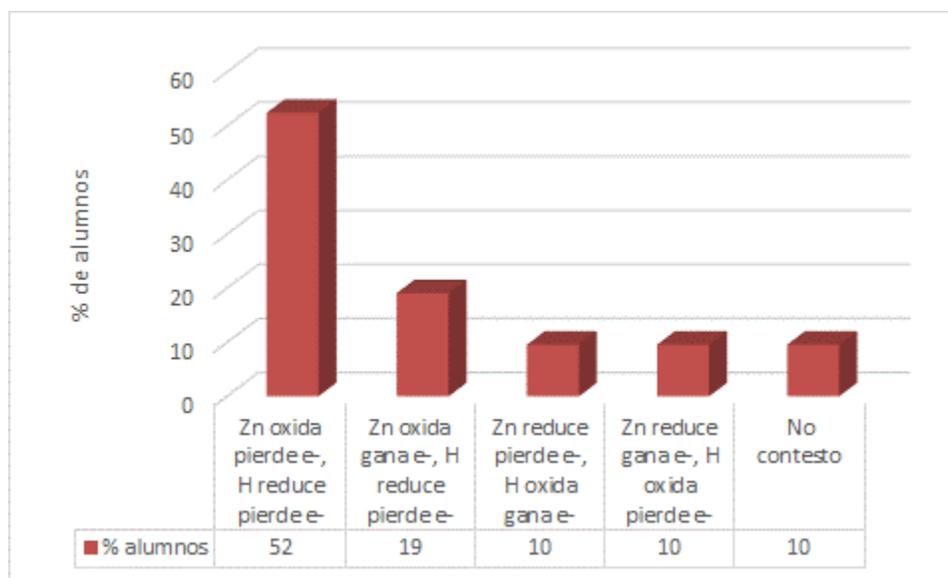


Figura 12. Los alumnos representan las semirreacciones.

Semirreacciones de oxidación y semirreacción de reducción.

Se preguntó a los alumnos ¿En cuál semirreacción se realiza la oxidación y en cuál la reducción? y ¿Por qué?

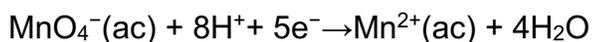


Gráfica 19. Los alumnos escriben las semirreacciones.

Como se muestra en la gráfica 19, existieron varias respuestas. En la de mayor porcentaje (52%) los alumnos indican que en la semirreacción de Zinc ocurre una oxidación debido a que existe pérdida de electrones y que en la semirreacción de hidrógeno ocurre una reducción debido a que pierde electrones; es decir no están reconociendo que cuando en una semirreacción se pierden electrones en la otra se deben ganar los electrones perdidos. Otro 19% de alumnos indican que en la semirreacción de Zinc ocurre una oxidación debido a que se realiza una ganancia de electrones y en la semirreacción de hidrógeno se lleva a cabo una reducción debido a que existe una pérdida de electrones, 2 (10%) de alumnos mencionan que en la semirreacción de Zinc se reduce porque existe una pérdida de electrones, también un 10% de alumnos indican que en la semirreacción de Zinc se reduce porque existe una ganancia de electrones y en la semirreacción de hidrógeno se realiza una pérdida de electrones y 2 (10%) de alumnos no contesta. Con lo anterior se puede interpretar que los alumnos no tienen claro ganancia y pérdida de electrones, que elemento se oxida y cual se reduce.

MEMORAMA. *Juego de electrones intercambiados.* (Padilla y Sosa, 2011)

Las cartas que se utilizaron se encuentran en un rectángulo a la mitad en diagonal en donde se colocó en una mitad el número de oxidación del elemento con el cual está participando y en la otra su forma iónica en la cual participa el elemento a la hora de combinarse, de tal manera que cuando se realice una reacción se combinará con otros elementos dando como resultado un intercambio de electrones. Esta actividad fue muy buena ya que los alumnos pudieron observar que el elemento en su forma iónica (ya sea simple o compuesta), puede cambiar el número de oxidación y como consecuencia se puede predecir cuando hay transferencias de electrones en una reacción química.



Construcción de diagrama del proceso redox.

Se solicitó a los alumnos que construyan un diagrama del proceso redox, obteniendo los siguientes resultados de los alumnos que construyen bien el diagrama que se observa en la figura 13.

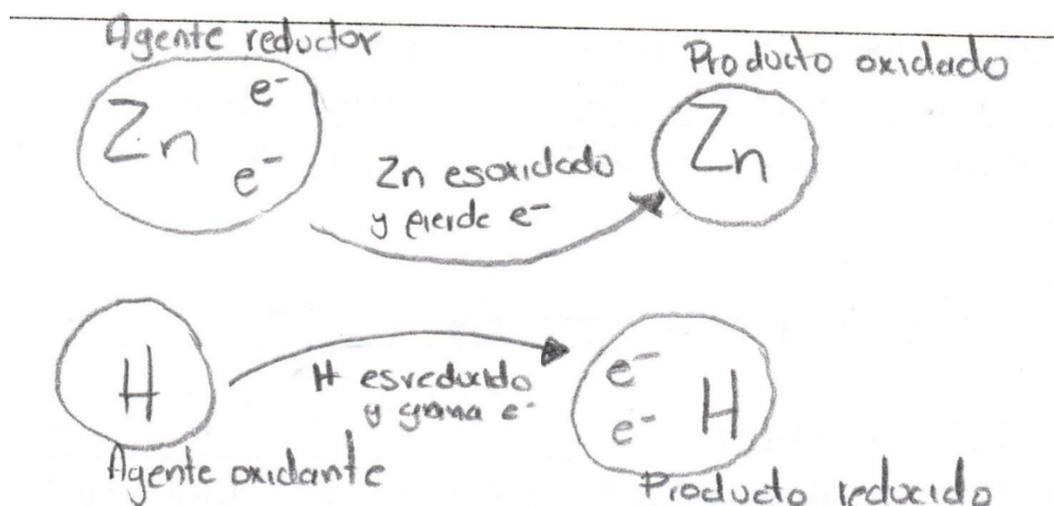


Figura 13. Diagrama del proceso oxidación-reducción

Es posible observar que la actividad 2 es muy importante ya que es donde se muestra simbólicamente lo que ocurre en una reacción redox: como es la transferencia de electrones utilizando el número de oxidación, identificar las especies que se oxidan y reducen. Como se menciona en la descripción de la secuencia didáctica, esta actividad permite visualizar a través de una representación la forma en la cual los electrones se intercambian. Por lo que un 54% de los alumnos construye el diagrama correctamente, un 28% de los alumnos

lo construyen mal, un 9% lo realiza solo para Zn y un 9% no lo realiza. Por lo que considero que a los alumnos les cuesta trabajo tener claro este concepto abstracto, por lo que se tendría que realizar modificaciones en la estrategia para que se tenga un 100% de alumnos que logren comprender el proceso oxidación-reducción.

Actividad 3. Explore su mundo (Tarea)

Esta actividad se trabajó de forma individual y se les pidió a los alumnos contestaran a la pregunta: *¿Cómo determinamos si una reacción química dada es una reacción de oxidación-reducción?* Es una actividad de tarea que muestra ejemplos de la vida cotidiana en donde se utilizará el modelo de número de oxidación, que como se mencionó anteriormente podrá mostrar la transferencia de electrones que ocurre en las reacciones de oxidación-reducción. Se seleccionó una tarea para poder identificar cómo los alumnos resuelven como se puede observar en la figura 14:

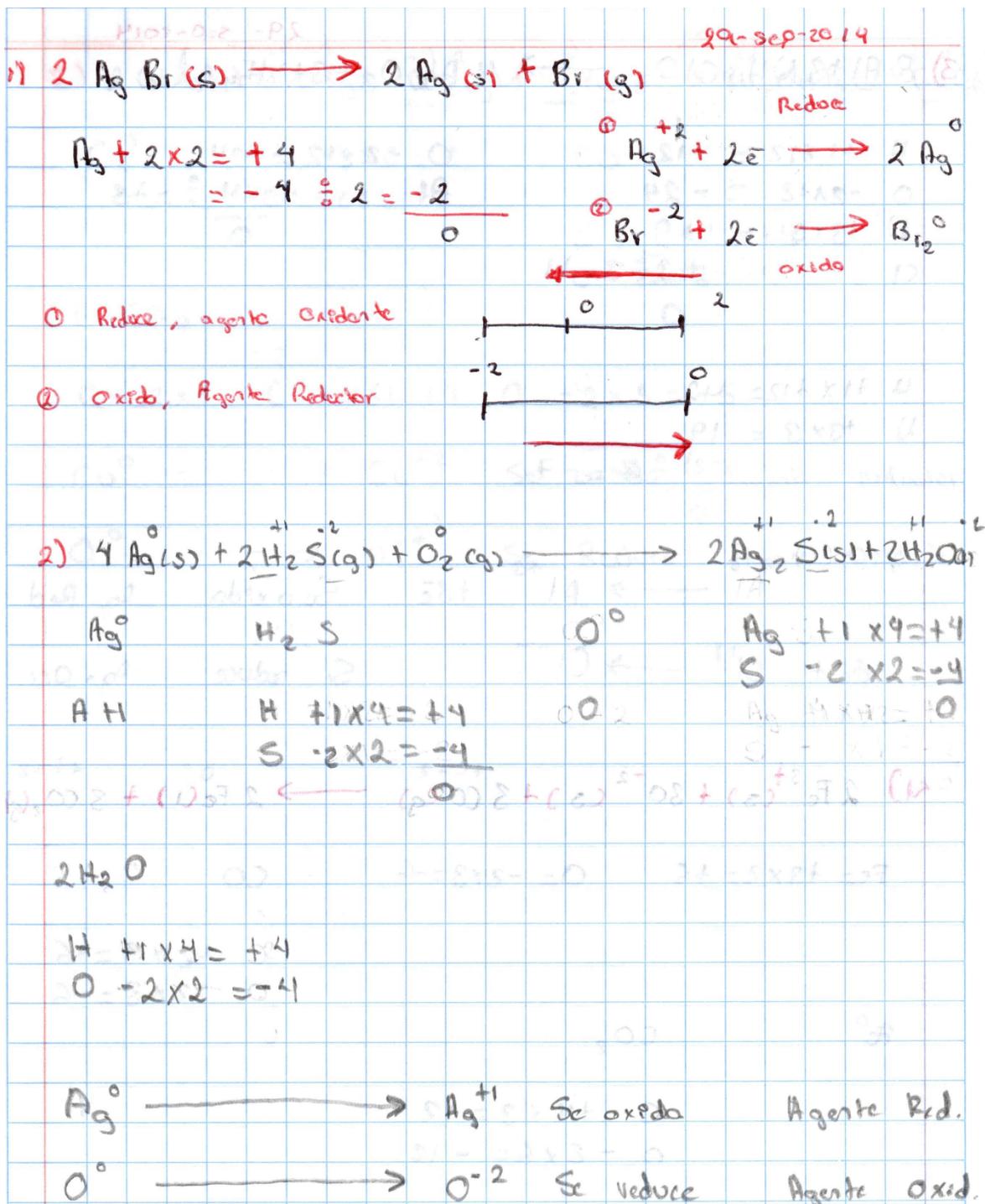


Figura 14. Ejemplo de respuestas de los alumnos

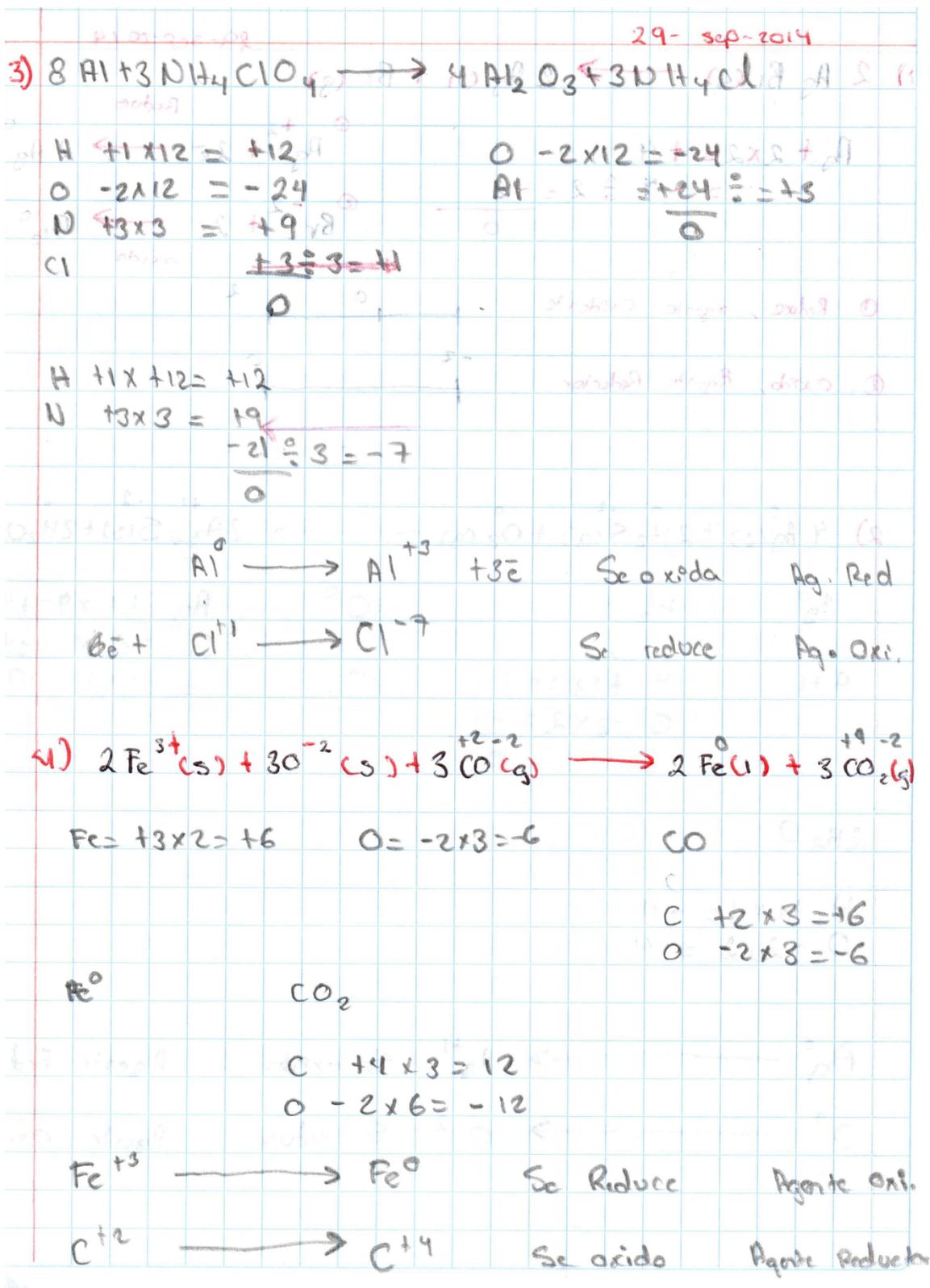


Figura 15. Ejemplo de respuestas de los alumnos

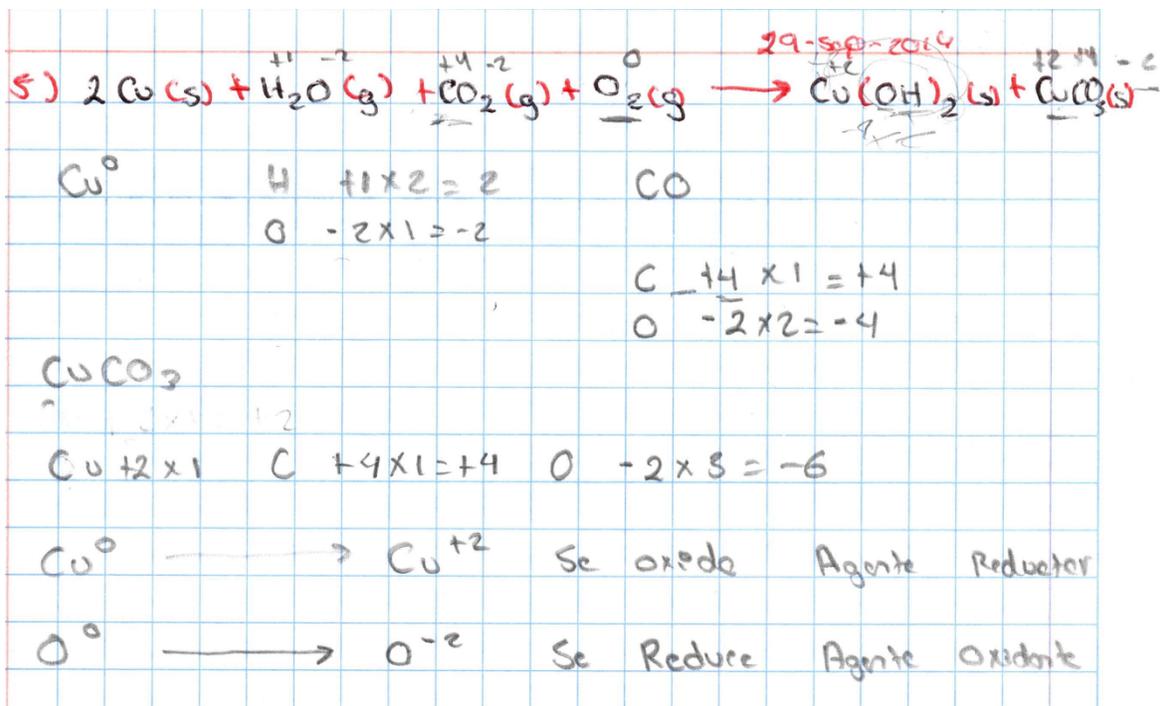


Figura 16. Ejemplo de respuestas de los alumnos.

Como se puede observar en las figuras 14, 15 y 16, los alumnos identifican la transferencia de electrones, pudieron deducir qué elemento se oxida y cuál se reduce, también pudieron identificar al agente oxidante, por lo que es una estrategia que refuerza lo que se ha estado abordando con las actividades anteriores.

Actividad 4. Las mil caras de redox.

Esta actividad se realiza de manera individual, primero, y posteriormente en equipo, por lo que se plantea la siguiente pregunta ¿Cómo es que la transferencia de los electrones se puede medir?

Se solicita previamente una investigación de celdas voltaicas y celdas electrolíticas y que diseñen un mapa mental o conceptual. Se muestra a continuación el trabajo de los alumnos en la figura 17 y 18, donde se puede ver que identifican la diferencia entre cada tipo de celda, lo que es importante para la siguiente actividad.

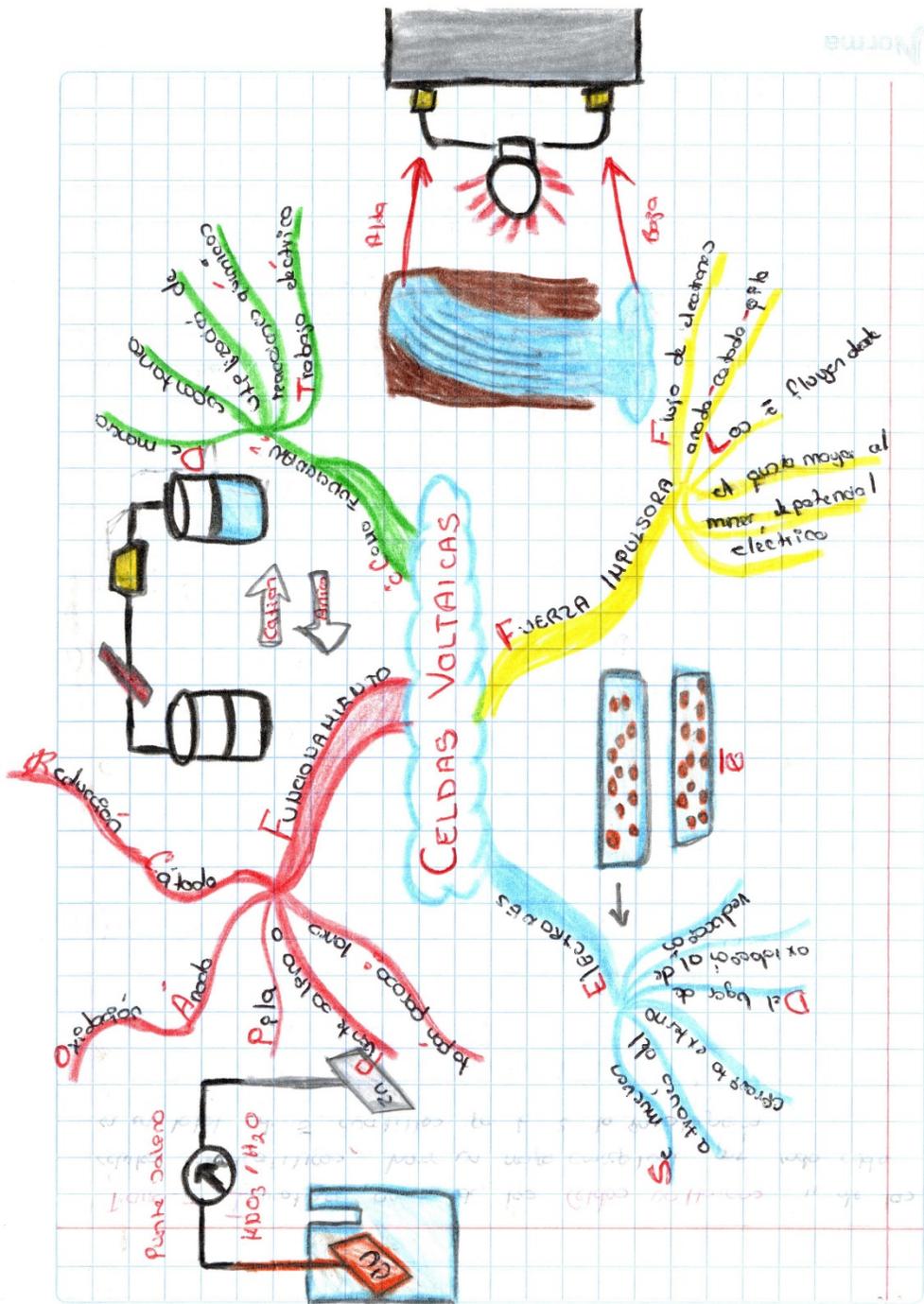


Figura 17. Mapa mental de celda voltaica.

Se comenta a los estudiantes que, de acuerdo con lo visto en las clases anteriores, y con la investigación previa de celdas voltaicas y celdas electrolíticas, las reacciones de oxidación-reducción tienen muchas aplicaciones importantes, pero se les cuestiona sobre *¿Cómo medir la transferencia de electrones experimentalmente?* En este caso se forman equipos y se realiza el planteamiento de 2 problemas que se encuentran en el diseño de la secuencia didáctica, para orientar el diseño experimental y poder medir la transferencia de electrones.

Se obtuvieron los reportes de los alumnos, diagramas de Gowin. Se muestran en las figuras 19 y 20 el de uno de los equipos.

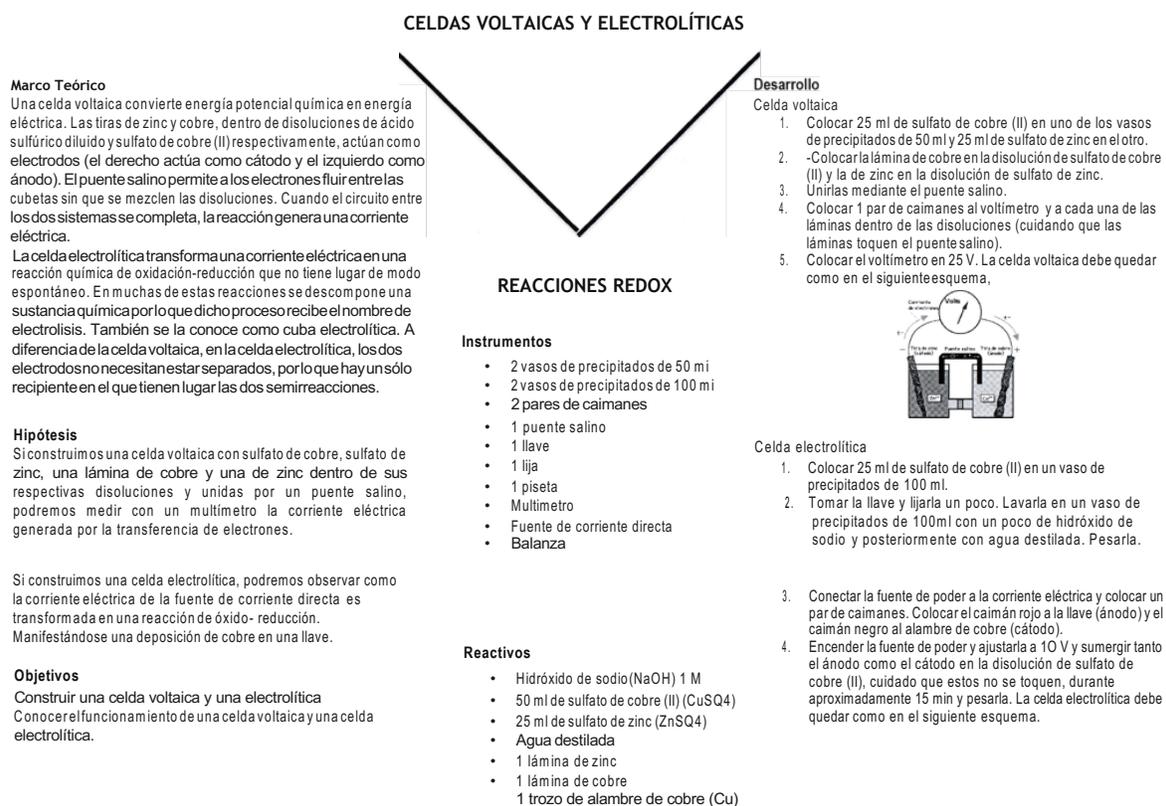


Figura 19. Reporte de actividad experimental en una V de Gowin

Resultados

Celda Voltaica

Transferencia de electrones: 0.940 V

Celda electrolítica

Deposición de cobre en la llave y la descomposición del alambre de cobre.

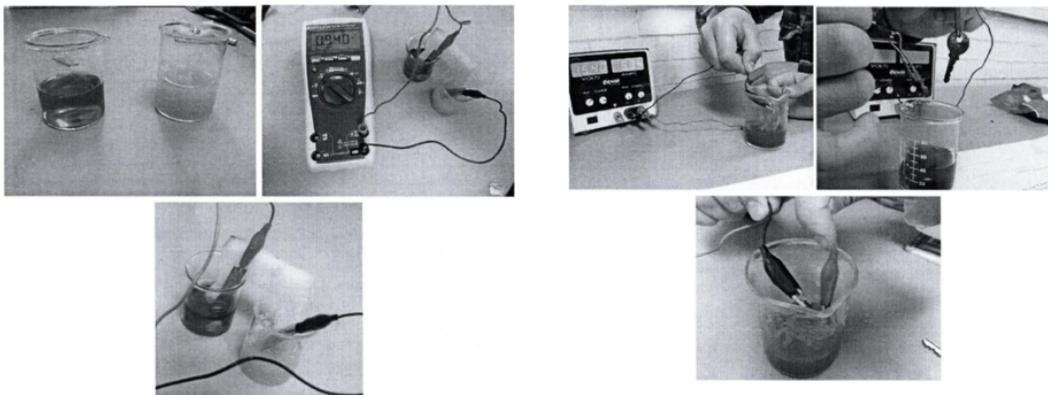
	Peso Inicial	Peso Final
Llave 1	8 g	8.5 g
Llave 2	4.5 g	5.2 g

Observaciones y análisis de resultados

En la celda voltaica se pudo comprobar que hay una transferencia de electrones que se manifiesta como una corriente eléctrica de 0.946 V.

En la celda electrolítica pudimos observar la deposición del cobre en la llave. Además, nos dimos cuenta de que a mayor cantidad de voltaje (superior a los 15 volts) la disolución de sulfuro de cobre (II) hierve y la deposición de cobre es inmediata, aunque no es recomendable ya que es demasiado riesgoso.

*Para pesar la llave después del proceso requerimos de un papel filtro y un embudo para filtrar el cobre que había quedado depositado en la solución y llegar a un resultado correcto.



Alumna: Ortiz Anguiano Norma Angelica. Grupo: 519

Figura 20. Reporte de actividad experimental en una V de Gowin

Esta actividad fue muy importante debido a que permitió que los estudiantes comprendieran mejor el proceso llevado a cabo en las reacciones redox y, sobre todo observaran experimentalmente una aplicación. Es decir, permitió a los estudiantes identificar que especie se oxida y cual se reduce, quien es el agente oxidante y el agente reductor, todo esto debido a la existencia de un flujo de electrones, que se midió haciendo uso del multímetro. Como se puede evidenciar en la celda voltaica generándose a través del puente salino (figura 21). La imagen fue tomada y ajustada de los trabajos de los alumnos, con la finalidad de apoyar lo que se menciona anteriormente.



Es importante mencionar que el voltaje aumentó conforme pasaba el tiempo pasando de 43 al inicio y 53 a los 15 min.

Figura 21. Resultados obtenidos de los alumnos.

También pudieron observar que en las celdas electrolíticas existe un flujo de electrones por lo que la llave se recubrió de cobre como se aprecia en la figura 22, imagen tomada de los reportes de los alumnos.

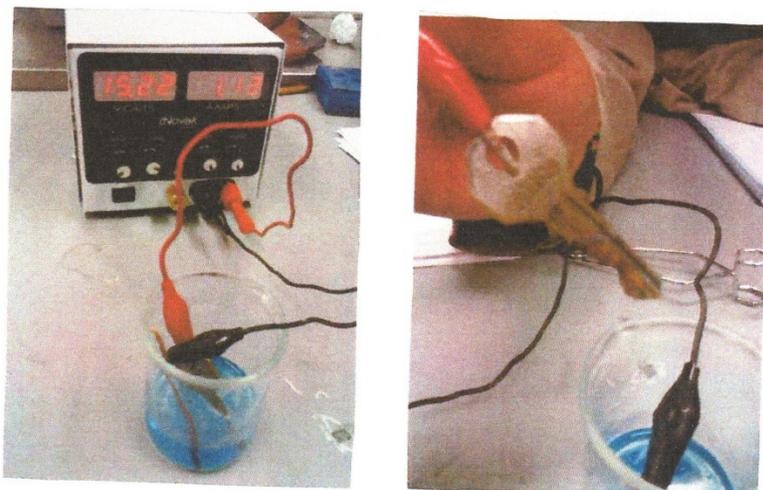


Figura 22. Resultado de los alumnos

Es actividad es importante porque los experimentos permiten comprender mejores aspectos abstractos como el modelo de transferencia de electrones en los dos distintos tipos de celdas, en donde ocurren reacciones químicas de oxidación-reducción.

Resultados de diario de clase.

Al término de cada actividad se solicitaba a cada estudiante que trabajaran en su diario de clase en donde se cuestiona:

¿Qué aprendí hoy?

¿Cómo lo aprendí?

¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?

¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar?

¿Qué ideas no comprendí?

Cada estudiante escribe su experiencia personal en las diferentes actividades permitiendo analizar el avance, sus interpretaciones y dificultades que los estudiantes presentan, también permitió fomentar en los estudiantes la autoevaluación.

A continuación, se muestra un ejemplo del diario de una alumna tomada al azar, como ejemplo del aprendizaje de las reacciones oxidación-reducción de los estudiantes.

En la figura 23, muestra el diario de clase de la actividad 1 ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?, pueden evidenciar que se realiza una reacción química por los cambios que se observaron, pero no se pudo escribir la ecuación química que mostrara la reacción química.

En la figura 24, muestra el diario de clase de la actividad 2 ¿Dónde quedaron los electrones?, muestra cómo se iban dando cuenta de evidenciar que se realiza una reacción oxidación-reducción, además el modelo de número de oxidación, cuesta trabajo que se entienda.

En la figura 25, muestra el diario de la actividad 3. Explore su mundo (Tarea), que tiene como pregunta ¿Cómo determinamos si una reacción química dada es una reacción de oxidación-reducción? Para realizar esta actividad se trabaron con actividades del memorama y ejercicios de número de oxidación para que pudieran realizar la actividad de tarea que muestra ejemplos de la vida cotidiana.

En la figura 26, muestra el diario de la actividad 4, ¿Cómo es que la transferencia de los electrones se puede medir?, como ya se menciona es por medio de celdas

voltaicas y celdas electrolíticas, que nos puede ayudar a medir la transferencia de electrones en las reacciones oxidación-reducción.

Secuencia didáctica diseñada por Profr. Juana Garduño Yezpez, MADEMS Química



Diario de clase 1



Grupo: 519

Nombre: Delgado Hernandez Karen Giselle

Fecha: 08-09-2014

Se trabajara 10 minutos antes de terminar la sesión con las siguientes preguntas:

¿Qué aprendí hoy?

Aprendí que las sustancias al reaccionar con otras obtienen características diferentes a las que tenían cada una de éstas.

¿Cómo lo aprendí?

Observando 7 reacciones diferentes, las cuales tuvieron diferentes características físicas y químicas.

¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?

Todas las reacciones químicas necesitan estar compuestas por elementos químicos, los cuales al "juntarse" cambian física y químicamente, pero los cambios físicos son los que se observan a simple vista.

¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar?

No entendí cómo realizar el dibujo a nivel atómico, sé cómo son estos dibujos, pero no se elaborarlos.

¿Qué ideas no comprendí?



17

Figura 23. Diario de clase de la actividad 1 ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?



Diario de clase 2

Nombre: Delgado Hernández, Kaven Grupo: 519
Fecha: 06/10/14

Se trabajara 10 minutos antes de terminar la sesión con las siguientes preguntas:

¿Qué aprendí hoy?
Comprender mejor lo de cómo saber que elementos se oxidan y cuales se reducen.

¿Cómo lo aprendí?
Repasando los ejercicios que debimos haber hecho de tarea.

¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?
Puedo explicar más claramente las reacciones redox, que elemento se oxida, cual se reduce, cuales participan en la reacción, cual es el agente oxidante, etc.

¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar?
Aún me queda un poco de trabajo el no. de oxidación. Se cómo encontrarlo, pero me falta practicar para encontrarlo más rápido.

¿Qué ideas no comprendí?

Figura 24. Diario de clase de la actividad 2 ¿Dónde quedaron los electrones?



Diario de clase 3

Grupo: 519

Nombre: Delgado Hernández Karen Guille Fecha: 26/09/14

Se trabajara 10 minutos antes de terminar la sesión con las siguientes preguntas:

¿Qué aprendí hoy?

Aprendí cómo sacar el número de electrones que se transfieren en una reacción

¿Cómo lo aprendí?

Jugando memoria con mi equipo

¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?

Que el no. de electrones intercambiado se obtiene restando el no. oxidación del agente oxidante con el no oxidación del agente reductor. También que la energía liberada al transferir electrones puede medirse mediante un voltmetro

¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar?

Aun me queda un poco de trabajo saber cuáles elementos son los que intercambian electrones en una reacción, parece faltar la sesión anterior a esta donde se vio eso

¿Qué ideas no comprendí?

Figura 26. Diario de clase de la actividad 3 ¿Cómo determinamos si una reacción química dada es una reacción de oxidación-reducción?



Diario de clase 4

Grupo: 519

Nombre: Delgado Hernández, Karen Giselle Fecha: 10/10/14

Se trabajara 10 minutos antes de terminar la sesión con las siguientes preguntas:

¿Qué aprendí hoy?

Aprendí cómo funcionan las celdas voltaicas y electrolíticas

¿Cómo lo aprendí?

Mediante un experimento, bueno dos. Uno para observar cómo funcionan las celdas voltaicas, y otra para las celdas electrolíticas.

¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?

Que las celdas voltaicas producen energía mediante la transferencia de electrones, mientras que las celdas electrolíticas necesitan de energía, estas últimas son empleadas en la obtención de metales. También aprendí que es importante colocar bien las polaridades, ya que en nuestro experimento la llave fue la que donó electrones por lo que

¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar? se deshizo :(

Entendí que las celdas voltaicas producen energía, pero no sé cómo se emplean en la vida cotidiana. Creo que confundí cómo se emplean ambas celdas en la vida cotidiana.

¿Qué ideas no comprendí?

Figura 27. Diario de clase de la actividad 4 las mil caras de redox.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVAS

*Nunca consideres el estudio como una obligación,
sino como una oportunidad para penetrar en el
bello y maravilloso mundo del saber.*

Albert Einstein

En este capítulo se presentan los logros alcanzados con la puesta en práctica de la secuencia didáctica para la enseñanza de los procesos oxidación-reducción, las conclusiones y las perspectivas.

5.1 Logros alcanzados.

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de la secuencia didáctica para la enseñanza de los procesos oxidación-reducción tuvo como propósito que el alumno fuera el constructor de su propio conocimiento, realizando actividades que le permitieran reflexionar, desarrollar habilidades del quehacer científico, así como la promoción del trabajo colaborativo, en respeto e integración. Por lo que considero se pudo lograr.

En el diseño de la secuencia didáctica se implementaron materiales didácticos como fueron: juego, trabajo de investigación, trabajo individual, dinámicas de grupos colaborativos, actividades experimentales y un cuestionario diagnóstico que se aplicó antes y después de aplicar la secuencia didáctica. Dicho cuestionario permitió realizar una evaluación de la secuencia didáctica, la cual corrobora que fue un buen diseño y que permitió que los alumnos alcanzaran una mejor comprensión de que en los procesos de oxidación-reducción se realiza una transferencia de electrones. En este sentido, se considera que se trabajaron los tres niveles de interpretación de la materia, de acuerdo triángulo de (Johnstone A. H., 2000). El nivel macroscópico de las sustancias que tiene que ver con las descripciones fenomenológicas de las sustancias y fenómenos químicos y esto se pudo realizar con las actividades experimentales diseñadas; el nivel microscópico, el cual permite el modelado de dichos fenómenos a través átomos, iones o moléculas; se pudo trabajar con los alumnos cuando dibujaron que creían que sucedía en las reacciones químicas y finalmente encontramos el nivel representacional, el cual hace uso de símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas, con las que se explican los tanto el nivel micro como el macro; es decir, las estructuras y los cambios debidos a las reacciones químicas.

Considero que se logró un entendimiento y comprensión de los procesos de oxidación-reducción por parte de los alumnos que fueron participativos y disfrutaban el aprender, siendo respetuosos y colaborando en todo momento y trabajando con dedicación y de una manera autónoma.

5.2 Conclusiones

Tomando como base el análisis de resultados obtenidos en la aplicación de la secuencia didáctica, se pudo evaluar el planteamiento de la pregunta de investigación y el logro de los objetivos ya que tuvieron una mejor comprensión y explicación por partes de los estudiantes sobre las reacciones oxidación-reducción. Por lo que el diseño de cada actividad permitió ir profundizando en el tema gradualmente, esto se pudo ir evaluando en cada sesión por medio del diario de clase, dejando observar cómo fue el aprendizaje de los estudiantes para esta temática. El diseño de las actividades apoyó a los estudiantes a visualizar las reacciones redox por medio del modelaje, utilizando el modelo de número de oxidación, el que permitió mostrar cómo los electrones se están transfiriendo de una especie a otra. Además de reconocer que en cualquier proceso oxidación-reducción siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación por lo que habrá intercambio de electrones, y poder medir experimentalmente que se está llevando transferencia de electrones en algunos procesos redox de la vida cotidiana. Por lo que la hipótesis de investigación se puede aceptar como válida ya que fue posible mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos redox, a través de actividades de modelización, experimentación, juegos y de contextualización, que permitieron comprender la idea de transferencia de electrones y poder utilizar en la ecuación química el número de oxidación para visualizar el intercambio de electrones a la hora de combinarse los elementos en la reacción química redox.

Además los resultados observados en la gráfica 9 (pretest) y la gráfica 10 (post-test) hacen referencia a la actividad 1 ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?, por lo que puedo decir que las actividades diseñadas ayudaron a que los estudiantes

visualizaran un cambio de color, formación de precipitados y gases; mostrando que ocurría una reacción química, como también se observa en la figura 7, en donde por medio de dibujos (utilizando esferas) pudieron inferir la interacción que ocurría en cada reacción química como se observa en la figura 9, y apoyados por las fichas magnéticas de los cationes y aniones lograron escribir las ecuaciones, como también se visualiza en la figura 9, mostrando que recordaron que algunos compuestos están formados por cationes y aniones, lo cual fue un gran aporte de la actividad 1.

Los resultados observados en la gráfica 15 (pre-test) y gráfica 16 (post-test) hacen referencia a la actividad 2 ¿Dónde quedaron los electrones?, fue muy importante debido a que en ésta se asentaba la base teórica de lo que ocurre en una reacción redox. Ese intercambio de electrones, que provoca que una especie gane o pierda electrones, utilizar el número de oxidación como un instrumento de cuantificación de los electrones intercambiados, como se puede observar en las figuras 11, 12, el poder escribir la ecuación química en semirreacción de oxidación y semirreacción de reducción, identificar las especies que se oxidan y reducen y que es posible “observarla” por el intercambio de electrones que está ocurriendo, como se indica en la figura 13, esta actividad fue muy compleja para el entendimiento de los alumnos, pero considero que apoyó a que se comprendiera el lenguaje simbólico que permite representar lo que sucede en los procesos oxidación-reducción, que es la transferencia de electrones utilizando el número de oxidación.

En los resultados de las gráficas 11 (pre-test), 12 (post-test), 13 (pre-test) y 14 (post-test), permiten observar cómo apoyo la actividad 3. Explore su mundo (Tarea), a que los estudiantes pudieran darse cuenta de que las reacciones de oxidación y de reducción ocurren comúnmente en la naturaleza y en la industria a nuestro alrededor todos los días. Estas son procesos complementarios; cuando un átomo se oxida, el otro átomo se reduce como se observan en las figuras 14, 15 y 16 por parte de los estudiantes.

También los resultados de las gráficas 7 (pre-test), 8 (post-test), 9 (pre-test) y 10 (post-test) apoyan a mostrar la importancia de la actividad 4. Las mil caras de redox, porque ayudó a los alumnos a observar cómo medir la transferencia de electrones

utilizando celdas electroquímicas realizando una investigación previa como se muestra en los mapas conceptuales realizados (figura 19 y 20), como ya se describió anteriormente la celda voltaica en donde por medio del multímetro midió esa transferencia de electrones por medio del voltaje (corriente eléctrica) se muestra en la figura 21 y en la celda electrolítica cuando se cobrizo la llave ocasionado por el intercambio de electrones, como se observa en la figura 22. Esta actividad permitió cerrar muy bien la secuencia didáctica ya que los alumnos pudieron comprender qué significa que ocurra un intercambio de electrones, qué elemento se oxida debido a que ocurre una ganancia de electrones y qué especie se reduce debido a que ocurre una pérdida de electrones. Considero que el trabajar de forma individual y después en equipo aporta mucho, ya que permite que los alumnos generen ideas de forma individual y después las compartan y consensuen con sus compañeros; también pueden apoyarse reconociendo si tienen las mismas dudas, o resolviéndolas en caso de que un integrante del equipo haya alcanzado una mejor comprensión y, además, pueda explicar a sus compañeros, por lo que se genera un buen ambiente de trabajo en el salón de clases.

5.3 Perspectivas.

Considero que es importante como docente estar innovando, reestructurando y ajustando la práctica docente semestre con semestre, por lo cual se sugiere lo siguiente:

- ✓ Implementar algo diferente en sus planeaciones didácticas.
- ✓ Probar la secuencia didáctica de procesos oxidación-reducción, con otros docentes de diferentes planteles para ir afinando la propuesta y poder validarla.
- ✓ Construir y diseñar materiales lúdicos que sean de apoyo en otras temáticas del programa de estudios.

La estructura de diseño que se presenta en esta propuesta, puede ayudar a que se desarrollen otras secuencias didácticas de las temáticas de los programas de estudio.

Invito a los docentes a que apliquen la secuencia didáctica completa o que seleccionen las partes que les llamen la atención con toda seguridad, ya que los estudiantes van a aprender, van a captar su atención y se van a divertir aprendiendo, ya que siempre están descubriendo conocimientos de las reacciones oxidación-reducción.

REFERENCIAS

- Alcántara Armando y Zorrilla Juan Fidel (2010). *Globalización y educación media superior en México*. En busca de la pertinencia curricular XXXII. 127, 38-57.
- Adúriz-Bravo A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *Revista EDUCyT*, 1, 125-140.
- Amador Rodriguez R. et al. (2005). *Del flogisto a la oxidación: la construcción de modelos explicativos en la formación de profesores de Química*. Recuperado el 13 de mayo de 2021, de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/venpec/conteudo/artigos/1/pdf/p883.pdf
- Andersson B. (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformations. *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Aselme J. P. (1997). Understanding oxidation-reduction in organic chemistry. *Journal of Chemical Education*, 74(1), 69-72.
- Avila García A. et al. (2012). *Reflexiones sobre los programas de estudio a partir de la construcción del Examen de Diagnóstico Académico (EDA) y el análisis de sus resultados*. México. Colegio de Ciencias y Humanidades, 149-169
- Balocchi Emilio et al. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto cantidad de sustancia con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. *Educación Química*, 16 (4), 114-135.
- Barke H. D et al. (2009). *Misconceptions in Chemistry: addressing perceptions in chemical education*. Springer, Berlin, Heidelberg, 21-35
- (2012). Two ideas of the Redox reaction: misconceptions and their challenge in chemistry education. *AJCE*, 2 (2), 32-50.
- Bransford, J. D. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience and School*. Washington D.C. National Academy Press.
- Brock, W. H. (1998). *Historia de la Química*. Madrid. Alianza.
- Brown, et al. (2014). Cap. 20. Electroquímica. *Química la ciencia central*. (826-873). México. Pearson.
- Bueso A. et al. (1988). Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 6 (3), 244-250.

- Caamaño Aureli et al. (2003). Enseñar ciencias. En *Los trabajos prácticos en ciencias* (1ª ed.). GRAÓ de IRIF, S. L. 95-118
- Camacho González, J. (2011). La historia de la teoría electroquímica y su contribución a la promoción de la explicación científica en la química escolar. *Revista Científica* (14).
- Chang R. y Goldsby K. A. (2017). Cap. 4. Reacciones en disolución acuosa. *Química* (12a. ed.). (118-171). McGraw-Hill. 118-168
- Carretero M. y Limón M. (1996). *Problemas actuales del constructivismo. De la teoría a la práctica*. Buenos Aires: Rodrigo M.J. y Arnay. La construcción del conocimiento escolar. Ecos de un debate.
- Couso Digna (2011). *Didáctica de la física y la química*. España: GRAÓ, 57-87.
- Day P. E. (2008). Mixed: *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 366, 5-14.
- De la Mata C. et al. (2011). Ideas alternativas en las reacciones químicas. *Revista Didácticas Específicas*, 5.
- De Jong O. et al. (1995). Problems in teaching the topic of Redox reactions: actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of research in science teaching*, 32(10), 1097 - 1110.
- (2002). The teaching and learning of electrochemistry. *Chemical Education: Towards research-based practice*, 317-337.
- (2004). Exploring the development of student teachers' PCK of the multiple meanings of chemistry topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 477-491.
- Driver R. et al. (1983). Theories in action: some theoretical and empirical issues in the study of the students' frameworks in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.
- (1989). Changing conceptions. En *Adolescent development and school science*. London: Falmer Press: P. Adey.
- Herron J. Dudley (1995), Piaget para químicos. Explicando lo que los buenos estudiantes no pueden entender. México, SEP. *Las Lecturas la enseñanza de la química en la escuela secundaria*, 237-247.

- Foist L. (27 de 2 de 2022). Obtenido de Oxidation Number Rules and Examples. *Study. com*. Recuperado el 11 de septiembre de 2021, de <https://study.com/learn/lesson/oxidation-number-rules-eamples.html>
- Furió C. et al. (1987). Parallels between adolescents' conception of gases and the history of chemistry. *J. Chem. Educ.*, 64 (7), 617-618.
- Furió Carlos y Furió Cristina. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. España. *Educación Química*, 11 (3), 300-308.
- Gallego B. R. (2015). Del modelo científico del flogisto al modelo de la oxidación. El concepto de fornera. *Educación Químico*, 26, 242-249.
- Gil D. et al. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Horsori.
- Gilbert, J. K. (1998). Models in explanations, part 1: horses for courses?. *Int. J. Sci. Educ.*, 20, 83-97.
- Hans-Dieter, B. (2012). Two ideas of the redox reaction: misconceptions and their challenge in chemistry education. *AJCE*, 2(2), 32-50.
- Jaimes Espinosa R. (2004). Historia de la Química enfocada en el átomo y el enlace. Recuperado el 2 de junio de 2022, Caracterizó gran número de gases y justifico sus experimentos desde él.
- Johnstone A. H. (1982). Macro and microchemistry. *Journal School Science Review*, 82, 377-379.
- (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer Assisted Instruction*, 7(2), 75-83.
- (1994). An information processing model of learning: its application to an undergraduate laboratory course in chemistry. 19, 77-87.
- (2000). Teaching of chemistry logical or psychological. *Chemistry education: Research and practice in europe*, 1(1), 9-15.
- Kelter Paul et al. (2009). Chemistry. The practical science. USA: *Houghton Mifflin Company*, 144-159.
- Kuhn T. S. (1971). *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica.

- Llorens J. A (1994). *Introducción a los conceptos básicos de química en aspectos didácticos de física y química*. Zaragoza. ICE de la Universidad de Zaragoza.
- McKernan, J. (1999). Investigación-acción y currículum. Métodos y recursos para profesionales reflexivos. El profesional en ejercicio y el ciclo de proceso temporal de investigación acción. *Morata*, 48-51
- (2001). *Investigación-acción y currículum* (2da. ed.). Madrid: Morata.
- Modelo Educativo del Bachillerato del Colegio en Plan de Estudios Actualizado. (1996)
- Orientación y sentido de las áreas. (2006). México. UNAM. *Colegio de Ciencias y Humanidades*, 38
- Osborne R. E. (1983). Learning science: a generative process. *Science Education*, 67, 489-508.
- Österlund Lise-Lotte and Ekborg Margareta. (2009). Students' Understanding of Redox Reactions in Tree Situations. *Nordina*, 5(2), 115-127.
- Padilla Martínez Kira y Sosa Reyes Ana María (2011). Ciencias 3. Química. México: *Ríos de tinta*, 193-200.
- Pellón González Inés (2002). Un químico ilustrado Lavoisier. España. *nivola*, 11-23
- Phillips John S. et al. (2012). Cap. 16 Reacciones de oxidación-reducción. Química conceptos y aplicaciones (3ª. ed.). (552-619). México. McGraw-Hill.
- Plan de Estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (1996). México, Ciudad Universitaria, *Colegio de Ciencias y Humanidades*, 37-39.
- Posner G. J. et al. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Pozo Juan I. et al. (1997). *La enseñanza y el aprendizaje de estrategias desde el currículum*. Horsori.
- Programa de estudios de Química III. (2003). México. Ciudad Universitaria. Colegio de Ciencias y Humanidades, 60-65.
- Programa de estudios de Química III Área II. (2000). México. Ciudad Universitaria. Escuela Nacional Preparatoria, 60-65.

- Programa de estudios*. (2016). México. Ciudad Universitaria. Colegio de Ciencias y Humanidades, 19-22.
- Quilez J. et al. (2009). Cap. 10 Reacciones de oxidación-reducción. *Afinidad Química*. (347-387). Ecir.
- Quilez S. D. (2022). *Química 2 Bachillerato*. Recuperado el noviembre 2022 de <https://xdoc.mx/documents/reacciones-de-transferencia-electronica-5d015c55029eb>
- Raviolo A. (2009). Modelos, analogías y metáforas. *Educación Química*, 55-60.
- Rignes Vivi. (1995). Oxidation-reduction learning difficulties and choice of redox models. *The School Science Review*, 77(279), 74-78.
- Sanchez Blanco G. et al. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 11 (1), 33-44.
- Schmidt H. J. (1997). Students' misconceptions-looking for a pattern. *Education Science*, 81 (2), 123-135.
- Silberberg, M. S. (2002). *Química General*. México: McGraw-Hill.
- Soudani et al. (2000). Transferring knowledge from the classroom to the real world: redox concepts. *School Science Review*, 82(298), 65-72.
- Whitten Kennet W. et al. (1998). Cap. 4 Algunos tipos de reacciones químicas. *Química general (5ta. ed.)*(135-153). México: MCGrawHill.
- Whitten Kennet W. et al. (2015). Cap. 11 Reacciones en solución acuosa II. Cálculos. *Química (10ª ed.)* (375-393), México. Cengage Learning.
- Wilson E. et al (2009). *School based Research a guide for education students*. Sage.
- Wisniak J. (2004). Del flogisto al oxígeno. Henry Cavendish. *Educación Química*, 15(1).
- Wisniak J. (2009). Del flogisto al oxígeno. Carl Wilhelm Scheele. *CENIC Ciencias Químicas*, 40(3).

ANEXOS

ANEXO I.

Secuencia didáctica



Nombre: _____ Fecha: _____



Grupo: _____

Actividad 1. ¿Qué pasa en el mundo macroscópico?

Objetivo

Que el alumno realice una primera interpretación de cómo visualiza las reacciones redox tomando en cuenta sus características macroscópicas.

Actividad 1.1.

Esta actividad debe realizarse en equipo de 3 o 4 integrantes.

Realiza las siguientes reacciones químicas en dónde deberás observar, describir e interpretar **TODOS** los cambios que sucedan, además de dibujar atómicamente como crees que se esté llevando a cabo la reacción en el tubo de ensayo; construye una tabla para registrar lo anteriormente solicitado en tu cuaderno, bitácora o dónde se te indique.

Nota. El profesor proporcionará los materiales y reactivos que utilizarás.

Material y reactivos.

Material	Reactivos
6 tubos de ensayo	Hidróxido de sodio (NaOH) 1M
1 gradilla	Ácido clorhídrico (HCl) concentrado
Papel y cerillos	Agua oxigenada (H ₂ O ₂) al 30%
1 vidrio de reloj	Yoduro de potasio (KI) 1M
	Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) concentrado

Nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) 1M

Carbonato de sodio (Na_2CO_3) 1M

Nitrato de plata (AgNO_3) 1 M

Cobre en polvo

Zinc en polvo

Desarrollo Experimental:

Etiqueta los tubos de ensayo del número 1 al 6. A continuación realiza lo que se te indica:

Tubo 1. Coloca 1 mL de hidróxido de sodio (NaOH) 1M, adiciona gota a gota 0.5mL ácido clorhídrico (HCl) y agita suavemente.

Tubo 2. Coloca 1 mL nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)1M, adiciona 1mL de carbonato de sodio (Na_2CO_3)1M y agita suavemente.

Tubo 3. Coloca un poco de zinc en polvo, adiciona 1 mL de ácido clorhídrico (HCl) concentrado y agita suavemente.

Tubo 4. Coloca 1mL de carbonato de sodio (Na_2CO_3)1M, adiciona gota a gota 0.5 mL de ácido clorhídrico (HCl) y

Tubo 5. Coloca un poco de cobre en polvo, adiciona 5 gotas de nitrato de plata (AgNO_3) y agita suavemente.

Tubo 6. Coloca 1 mL de yoduro de potasio (KI) 1M, adiciona 5 gotas de ácido sulfúrico (H_2SO_4), adiciona gota a gota 0.5mL de agua oxigenada (peróxido de hidrógeno, H_2O_2) y agita suavemente.

En un vidrio de reloj coloca un trozo de papel, con cuidado toma un cerillo y enciende el papel.

Entrega individualmente el reporte de práctica o la construcción de una V de Gowin, en donde incluyas la tabla de resultados con las observaciones las interpretaciones y dibujos solicitados.

Utiliza la siguiente tabla para el registro de resultados o construye la tuya.

Tabla de resultados.

Tubo	Observación	Descripción	Interpretación	Dibujo
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Vidrio de reloj				

Actividad 1.2. Representación simbólica (aniones y cationes).

Nuevamente forma equipos de 3 o 4 integrantes.

A partir de las reacciones experimentales que realizaste, se te entregarán unas fichas magnéticas en donde se incluyen los reactivos en forma de cationes y aniones; construye la ecuación química para cada reacción de tal modo que puedas tener una interpretación microscópica y representación simbólica de lo observado.

Por ejemplo, figura 1:

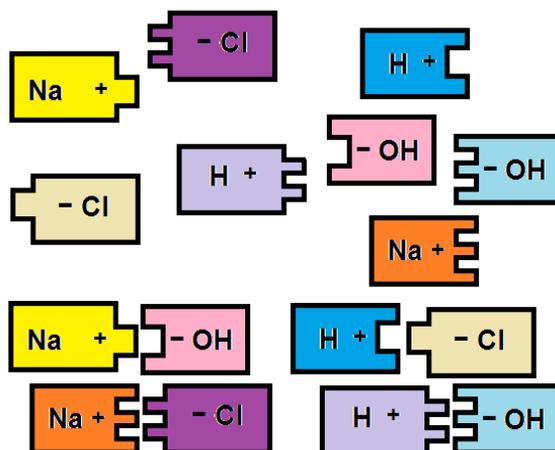


Figura 1. Fichas magnéticas.



Escribe las ecuaciones químicas de las reacciones experimentales.

Actividad 1.3. Clasificación de las reacciones químicas.

A continuación, contesta las siguientes preguntas de **manera individual**:

Podrías clasificar las reacciones que observaste con base en tus observaciones. Justifica tu respuesta.

Si tu respuesta anterior fue sí, propón la clasificación y especifica en qué te basaste para realizarla.

Podrías hacer una clasificación diferente ¿Cuál y por qué? ¿En qué te fijaste para proponer una clasificación distinta?

Forma equipo y compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo, en qué son similares o diferentes. Nota. No cambies tus respuestas es tu postura o aporte.

Discutan hasta llegar a un consenso y da respuesta a las siguientes preguntas:

1. Podrías clasificar las reacciones que observaste con base en tus observaciones. Justifica tu respuesta.

2. Si tu respuesta anterior fue sí, propón la clasificación y especifica en qué te basaste para realizarla.

3. Podrías hacer una clasificación diferente ¿Cuál y por qué? ¿En qué te fijaste para proponer una clasificación distinta?

Expongan sus repuestas al resto del grupo.



Nombre: _____ Fecha: _____



____ Grupo: _____

Actividad 2. ¿Dónde quedaron los electrones?

Objetivo

- Que el alumno reconozca que en cualquier proceso redox siempre hay dos especies químicas que cambian su número de oxidación (habrá intercambio de electrones)
- Que el alumno identifique que el modelo de número de oxidación permite mostrar cómo los electrones se están transfiriendo en las reacciones redox.

Actividad 2.1.

Esta actividad se realizará individual

Retoma el experimento que realizaste en el tubo de ensayo 3, imagen 2 (Zn en polvo y ácido clorhídrico (HCl)), en donde seguramente observaste lo que se proyecta en la siguiente figura 2.



Figura 2. Referencia macroscópica del experimento Zn y ácido clorhídrico

Escribe la ecuación química completa:

Describe cuál es el estado de agregación de cada uno de los componentes de los reactivos y también de los productos que se obtuvieron.

Escribe la ecuación en forma de iones (recuerda que las especies formadas por el mismo elemento no se disocian),

_____ contesta las siguientes preguntas:

¿Cuántas formas distintas escribiste para el zinc?

¿Cuántas formas distintas escribiste para el hidrógeno?

¿En qué son diferentes?

¿A qué crees que se deban esas diferencias?

Nota informativa.

Debes de recordar que los átomos están formados por partículas positivas, negativas y neutras. Las positivas y las neutras se concentran en el núcleo y son muy difíciles de separar en las condiciones de laboratorio. En cambio, las partículas negativas (a las que llamamos electrones) si pueden perderse o ganarse, dependiendo del átomo. Entonces decimos que un átomo es neutro (cuando tiene el mismo número de electrones que de protones), es decir no tiene carga; en cambio, un ión (positivo o negativo) tiene carga y ésta depende de los electrones ganados o perdidos. Así pues, el cloro (Cl_2 , porque se encuentra en esta forma en la naturaleza) suele ganar un electrón y tomar la siguiente forma Cl^- por lo que decimos que es un anión. Otro ejemplo es el sodio (Na), éste suele perder un electrón y toma la siguiente forma Na^+ , es decir adquiere carga positiva porque ahora tiene menos electrones que protones y se forma un catión.



Después de leer lo anterior analiza tus respuestas y, si lo consideras, replantéalas.

Escribe los procesos que se están llevando a cabo. No escribas al cloruro, pero sí a los electrones.

Se hará una discusión grupal en donde algún equipo pasará al pizarrón a escribir los procesos. El resto del grupo dirá si está o no de acuerdo y se discutirá hasta llegar a un consenso.

Hacer énfasis en la transferencia de electrones y también en la carga (introducción del número de oxidación).

Nota informativa.

Antes de que podamos reconocer adecuadamente una reacción de oxidación-reducción, necesitamos un sistema para contabilizar o dar seguimiento a los electrones ganados y a los electrones que son perdidos por cada sustancia. Para ello, vamos a introducir un nuevo concepto, el de **número de oxidación**. La idea es que, a cada átomo presente en la reacción, ya sea que venga de una sustancia neutra o de una especie con carga, se le asigna un número al que llamamos de oxidación, el cual es la carga hipotética asignada a ese átomo, cuando suponemos que los electrones son mantenidos completamente por un átomo o por otro.

Los números de oxidación de ciertos átomos van a cambiar en una reacción de oxidación-reducción. La oxidación ocurre cuando el número de oxidación aumenta, mientras que la reducción ocurre cuando el número de oxidación disminuye.

Para comprender mejor la idea de los números de oxidación, vamos a determinar el número de oxidación del azufre en el compuesto sulfato de sodio Na_2SO_4

- 1- Primero considera que la sustancia es neutra, es decir no tiene carga ni positiva ni negativa.
- 2- Después considera los números de oxidación de aquellos elementos que se sabe son fijos (ver tabla periódica), por ejemplo, figura 3, el sodio, su número de oxidación siempre es +1, y el oxígeno cuyo número de oxidación casi siempre es -2.

		+1 -1		Número de grupo o familia Número de oxidación						
		1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A		
		+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	-2	-1
1	H									
Periodos	2	Li	Be	B	C	N	O	F		
	3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl		
	4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br		
	5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I		
	6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At		
	7	Fr	Ra							

Figura 3. Segmento de tabla periódica con los números de oxidación comunes

Los números de oxidación más comunes de cada elemento muchas veces son reportados en la tabla periódica, y este número en ocasiones coincide con el número de electrones de valencia.

<p>25 54,938 2,3,4,6,7</p> <p>2150 1245 7,43</p> <p>Mn</p> <p>(Ar)3d⁵4s²</p> <p>Manganeso</p>	<p>Número de oxidación más comunes.</p>
---	---

3- Ahora cuenta los átomos que tienes de cada uno de ellos. Si tienes dos átomos de sodio, tendrás dos cargas positivas. Si tienes cuatro oxígenos tendrás $[(4O \times -2) = -8]$ -8 cargas negativas, entonces $-8 + 2$ (del sodio) = -6 necesitas 6 cargas positivas para que la sustancia sea neutra. Por lo que el azufre debe tener un número de oxidación de +6.

¿Qué sucede con los cationes y los aniones? ¿Cómo determinas el número de oxidación del átomo central? Debes considerar que NO son especies neutras y hay que tomar en cuenta la carga ya sea positiva o negativa al momento de determinar el número de oxidación del átomo central. Apoya de la tabla auxiliar de orientación para asignar números de oxidación, que está ubicada en el anexo.

Cuando una especie se oxida o reduce, entonces decimos que está cambiando su número de oxidación y por tanto está ganando o perdiendo electrones, los cuales también son un indicativo de si se está llevando a cabo o no, una reacción de óxido-reducción. Ahora te toca a ti resolver el mayor número de ejemplos posibles.

Trabajo de forma individual desarrolla los siguientes ejercicios y entrégalos.

Asigna los números de oxidación a los átomos que forman los siguientes compuestos y iones:

HMnO_4	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	KIO_2
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	H_2CO_3	CuSO_4
$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	AlPO_3	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
Fe^{3+}	Cl_2	SO_4^{2-}



Nombre: _____

Fecha: _____



____ Grupo: _____

Actividad 2.2. MEMORAMA

Juego de electrones intercambiados.

Padilla y Sosa (2011)

Forma equipo de 3 o 4 integrantes.

El profesor te entregara unas cartas para que juegues el memorama.

Estas cartas se encuentran en un rectángulo a la mitad en diagonal en donde se colocó en una mitad el número de oxidación del elemento con el cual está participando y en la otra su forma iónica en la cual participa el elemento a la hora de combinarse, de tal manera que cuando se realice una reacción se combinará con otros elementos dando como resultado un intercambio de electrones.

Por ejemplo, figura 4:



Figura 4. Cartas de memorama.

Nota informativa.

Una forma simple de determinar el número de electrones intercambiados de cada sustancia iónica se presenta con la siguiente expresión matemática:

Número de electrones intercambiados= (Número de oxidación oxidante – Número de oxidación del reductor) X Número máximo del elemento

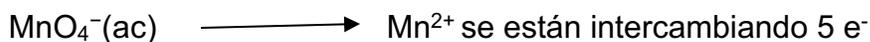
Por ejemplo, para determinar el número de electrones intercambiados del manganeso, debemos considerar que este elemento en el permanganato (MnO_4^-) tiene un número de oxidación de VII y el ión manganeso (Mn^{2+}) tienen un número de oxidación de II, además de que el número máximo de átomos de manganeso es de 1 ya que ambos son de 1 átomo, entonces:

Número de electrones= (VII – II) X I= 5 electrones

Escribe la posible media reacción o semirreacción que se forma y los electrones que se intercambian:



Por lo que el:



Utiliza la siguiente tabla para formar las posibles medias reacciones o semirreacciones que se forman y completar en el espacio los electrones que se están transfiriendo.

Reglas de juego:

1. Coloca todas las cartas boca abajo y en desorden.
¡Que comience la diversión!
2. Comienza volteando dos cartas y realiza combinaciones de reacciones posibles.
3. Decir si el número de oxidación es correcto.
4. Decir cuántos electrones se intercambian, tendrás 30 segundos para decir el número de electrones intercambiados.
5. Si tienes correctas las 2 reglas anteriores tendrás 1 punto y te quedarás con estas cartas, de lo contrario si uno está mal tendrás 0 puntos y las cartas se irán a un cementerio en donde ya no será posible jugarlas hasta que termine el juego.
6. El vencedor será el que tenga el mayor número de puntos o cartas en su poder.

Completa la siguiente tabla para formar las medias-reacciones (semirreacciones) y poder decir cuántos electrones se están intercambiando. Entrégala al terminar

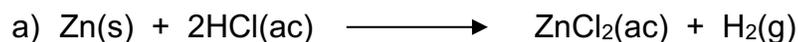
	Media reacción (Semirreacción)	E° (V)	Comportamiento de la especie
1)	$Mg^{2+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Mg(s)$	- 2.38	Especies Oxidantes y en el proceso se Reducen (SEMIRREACCIÓN DE REDUCCIÓN: CÁTODO)  PODER OXIDANTE
2)	$Al^{3+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Al(s)$	- 1.68	
3)	$Mn^{2+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Mn(s)$	- 1.18	
4)	$PbSO_4(s) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Pb(s) + SO_4^{2-}(ac)$	- 0.36	
5)	$H_3PO_4(ac) + 2H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow H_3PO_3(ac) + H_2O$	- 0.28	
6)	$Pb^{2+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Pb(s)$	- 0.13	
7)	$SnO(s) + 2H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Sn(s) + H_2O$	- 0.10	
8)	$SnO_2(s) + 2H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow SnO(s) + H_2O$	- 0.09	
9)	$Cu^{2+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Cu^{+}(ac)$	+ 0.16	
10)	$SO_2(ac) + 4H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow S(s) + 2H_2O$	+ 0.50	
11)	$MnO_4^{-}(ac) + 2H_2O(l) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow MnO_2(s) + 4 OH^{-}(ac)$	+ 0.59	
12)	$Fe^{3+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Fe^{2+}(ac)$	+ 0.77	
13)	$Ag^{+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Ag(s)$	+ 0.80	
14)	$NO_3^{-}(ac) + 2H^{+}(ac) + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow NO_2(g) + H_2O(l)$	+ 0.80	
15)	$MnO_2(s) + 4H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Mn^{3+}(ac) + 2H_2O$	+ 0.95	
16)	$ClO_3^{-}(ac) + 2H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow ClO_2(g) + H_2O$	+ 1.18	
17)	$ClO_4^{-}(ac) + 2H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow ClO_3^{-}(ac) + H_2O$	+ 1.20	
18)	$MnO_2(s) + 4H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow Mn^{2+}(ac) + 2H_2O$	+ 1.23	
19)	$Cr_2O_7^{2-}(ac) + 14H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow 2Cr^{3+}(ac) + 7H_2O$	+ 1.36	
20)	$BrO_3^{-}(ac) + 5H^{+} + \text{_____ } e^{-} \longrightarrow HBrO(ac) + 2H_2O$	+ 1.45	

El jugador que tenga un mayor número de pares será el ganador.

Actividad 2.3

Esta actividad **se trabajará individualmente**, el profesor te entregará impreso el siguiente problema:

En el laboratorio realizaste la reacción química de zinc en polvo con ácido clorhídrico, la cual se representa mediante la siguiente ecuación:



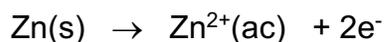
- 1) Enlista las especies que intercambian electrones y explica tu criterio de selección.
- 2) Representa en forma de iones para facilitar el análisis en cuanto al intercambio de electrones.

Entonces se tiene que, los átomos involucrados ganan electrones a costa de que otros los pierdan, por eso se le llama reacción de oxidación-reducción.

Existe transferencia de electrones; en donde la oxidación y la reducción ocurren simultáneamente; se pierden y se ganan electrones al mismo tiempo y el número total de electrones perdidos por una partícula en la oxidación, es igual al número de electrones ganados por otra partícula en la reducción.

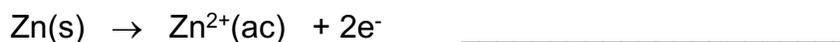
La oxidación es el proceso mediante el cual hay eliminación aparente de electrones de un átomo o ión. Y la reducción es un proceso mediante el cual los átomos o iones adquieren electrones.

En este caso sólo interesa aquellas sustancias que aceptan o pierden electrones: él _____ y él _____ respectivamente. Para realizar este análisis, separaremos nuestra reacción en dos partes o dos semirreacciones:



Por convención, los electrones que pierde la sustancia que se oxida se colocan en el lado de los productos, mientras que los que gana la sustancia que se reduce se representan como reactivos

3) ¿En cuál media reacción o semirreacción se realiza la oxidación y en cuál la reducción? y ¿Por qué?



¿Por qué?

Utilizando el diagrama del proceso redox (figura 5)

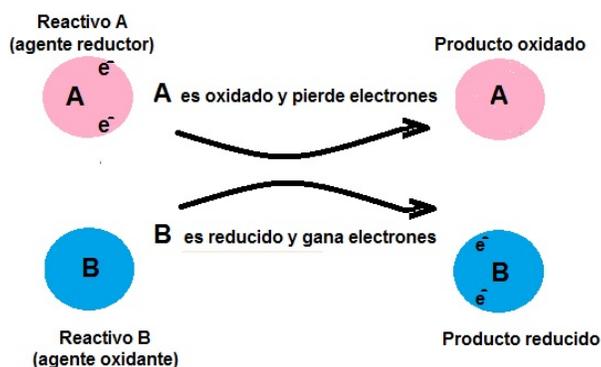


Figura 5. Diagrama del proceso redox.

Se observa a la sustancia que en la reacción gana electrones se le llama **agente o reactivo oxidante**. El oxidante posee los átomos que se reducen (es decir, que ganan electrones)

Y a la sustancia que durante la reacción **suministra electrones se le llama agente o reactivo reductor**. El reductor contiene los átomos que se oxidan (es decir, que pierden electrones).

Construye un diagrama para la reacción de zinc (Zn) y ácido clorhídrico (HCl) e indica quien es el agente oxidante y el agente reductor.

Escribe que criterios tomaste en cuenta:

Nota Informativa.

Como se observa, la pérdida o ganancia de un electrón cambia radicalmente las propiedades químicas de los átomos. Por ello, los compuestos químicos resultantes tienen propiedades muy distintas a las de los reactivos con que se produjeron.

Manos a la obra, trabaja de **forma individual y entrega tu actividad**.

Analiza cada una de las siguientes reacciones e identifica el reactivo que se oxida y el que se reduce, decide cuál de los reactivos es el agente reductor y cuál el agente oxidante.

Reacción química	Se oxida	Se reduce	Agente oxidante	Agente reductor
$8\text{Ca(s)} + \text{S}_8\text{(s)} \longrightarrow 8\text{CaS(s)}$				
$16\text{Ag(s)} + \text{S}_8\text{(s)} \longrightarrow 8\text{Ag}_2\text{S(s)}$				
$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{CO(g)} \longrightarrow 2\text{Fe(s)} + 3\text{CO}_2\text{(g)}$				
$\text{CuSO}_4\text{(ac)} + \text{Zn(s)} \longrightarrow \text{Cu(s)} + \text{ZnSO}_4\text{(ac)}$				
$\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{KI(ac)} \longrightarrow 2\text{KCl(ac)} + \text{I}_2\text{(s)}$				
$2\text{Mg(s)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{MgO(s)}$				
$\text{H}_2\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)} \longrightarrow 2\text{HCl(g)}$				
$\text{Ca(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2\text{(ac)} + \text{H}_2\text{(g)}$				
$\text{Cl}_2\text{(g)} + 2\text{KBr(s)} \longrightarrow 2\text{KCl(s)} + \text{Br}_2\text{(g)}$				



Nombre: _____ Fecha: _____



Grupo: _____

Actividad 3. Explore su mundo (Tarea)

Objetivo

➤ Que el alumno identifique procesos redox en actividades cotidianas

Actividad 1.

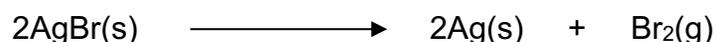
Actividad para trabajar de forma individual.

¿Cómo determinamos si una reacción química dada es una reacción de oxidación-reducción? Podemos hacerlo si hacemos el seguimiento de los electrones a través del número de oxidación de todos los elementos involucrados en la reacción. Este modelo identifica si algún elemento cambia de número de oxidación habrá ganancia o pérdida de electrones, pues manos a la obra hazlo con las siguientes situaciones de la vida cotidiana.

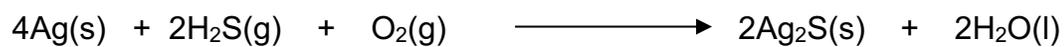
Ejercicio.

Identifica los cambios en el número de oxidación que tienen lugar en cada uno de los procesos, además de qué elemento se oxida y cuál se reduce, quién es el agente oxidante y quién el agente reductor y construye un diagrama del proceso redox

- 1) Los rollos fotográficos que se utilizaban anteriormente se hacen con un soporte de plástico cubiertos con una capa de gelatina que tiene embebidos millones de granos de bromuro de plata. Cuando la luz choca contra un grano, los iones de plata y bromuro se convierten en sus formas elementales. La ecuación de esta reacción redox es la siguiente:



- 2) La plata se empaña (se oscurece) debido a que se forma una corrosión, parecida a la formación de herrumbre. El empañamiento se forma en la superficie de un objeto de plata cuando ésta reacciona con el sulfuro de hidrógeno (H_2S) del aire. El producto, sulfuro de plata (Ag_2S) es de color negro, forma la cubierta oscura en la plata. La ecuación de esta reacción redox es la siguiente:



- 3) El combustible sólido para cohetes es una mezcla que contiene 16% de aluminio en polvo, 69.8% de perclorato de amonio, 12% de un polímero aglutinante, 2% de un agente endurecedor epoxi y 0.2 de óxido de hierro en polvo como catalizador. Después de la ignición, el motor no puede apagarse. El perclorato de amonio, que es muy reactivo, suministra oxígeno que, con facilidad, oxida el aluminio en polvo, lo cual provoca una reacción rápida y muy exotérmica. La función del polímero aglutinante es mantener reunidos los ingredientes de la mezcla y ayudar a que se quemara por completo. La ecuación de esta reacción redox es la siguiente:

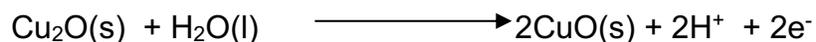
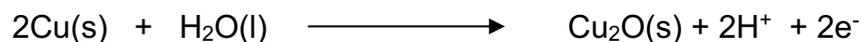


- 4) El hierro pocas veces se encuentra en la forma elemental, como se necesita para la fabricación del acero. Para obtener el hierro metálico se

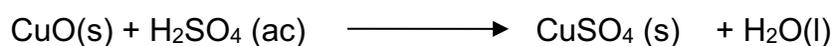
debe separar y purificar del mineral del hierro, por lo general, la hematita (Fe_2O_3). Este proceso se lleva a cabo en un alto horno por medio de una serie de reacciones redox. La reacción principal, en la que se reduce el mineral del hierro hasta hierro metálico, usa monóxido de carbono gaseoso como agente reductor. La ecuación final de este proceso es la siguiente:



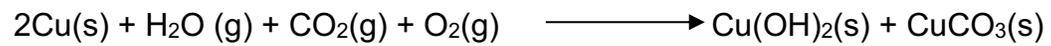
- 5) ¿Sabías que algunas estatuas de la Ciudad de México están hechas de láminas de cobre unidas a un esqueleto de acero? ¿Por qué se ven verdes en lugar de verse café-rojizo, que es el color del cobre? Cuando el cobre se expone al aire húmedo (contiene compuestos de azufre, carbono, etc), ocurre un lento proceso de oxidación, formándose compuestos responsables de la cubierta verdosa, o pátina, que se forma en la superficie de los objetos de cobre cuando se exponen al aire durante períodos prolongados, tal como ocurre con las estatuas. Se favorece la formación de óxido de cobre:



Sin embargo, estos óxidos son inestables en medio ácido y, por tanto, tiene lugar el ataque químico:



Recuerda que en el aire se encuentra CO_2 y también puede reaccionar con el cobre.



Resolver los ejercicios en el salón de clases, aclarar dudas y realizar una recapitulación de las actividades anteriores de manera grupal para llegar a conclusiones.



Nombre: _____ Fecha: _____



Grupo: _____

Actividad 4. LAS MIL CARAS DE REDOX

¿Cómo es que la transferencia de los electrones se puede medir? (100 min.)

Objetivo

- Que el alumno identifique experimentalmente que se está llevando transferencia de electrones en algunos procesos redox en algunas actividades de la vida cotidiana
- Qué el alumno pueda medir experimentalmente la presencia de transferencia de electrones en los procesos redox

Actividad 4.1.

Solicitar previamente una investigación de celdas voltaicas y celdas electrolíticas aproximadamente 4 cuartillas de ambas celdas y el diseño de un mapa mental o conceptual de su investigación.

Forma equipos de 3 o 4 integrantes.

La profesora les comenta a sus alumnos que, de acuerdo con lo visto en las clases anteriores, las reacciones de oxidación-reducción tienen muchas aplicaciones

importantes, pero **¿Cómo medir la transferencia de electrones experimentalmente?**

Propongan algunas actividades experimentales para contestar la pregunta. Auxíliate del planteamiento de los 2 problemas siguientes, para orientarte en el diseño de estas actividades.

Problema 1.

Miranda le comenta a Esther y Rosy que encontró en un libro de Química que la energía liberada en una reacción de oxidación-reducción espontánea puede utilizarse para generar energía eléctrica. Esther le dice que ella investigó que es posible medir la energía si la reacción se lleva a cabo a través de una celda voltaica (un dispositivo en el cual la transferencia de electrones se lleva a cabo mediante una ruta externa, en lugar de hacerlo directamente entre los reactivos). Rosy le dice que también ella encontró que tal reacción ocurre cuando se coloca una tira de zinc en contacto con una disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4), al llevarse a cabo la reacción, el color azul de los iones de cobre se desvanece y el cobre metálico se deposita en el zinc. Al mismo tiempo el zinc comienza a disolverse. Lo anterior se resume mediante de la siguiente manera:



Miranda les propone realizar el experimento para evidenciar cómo se genera esa corriente eléctrica. ¡Vamos a ayudarlas!

Primero realizaremos una **predicción** de lo que va a suceder antes de realizar el experimento en el laboratorio, por lo que hecha a volar tu imaginación.

- 1) En equipo discutan y realicen los experimentos:

- a) ¿Qué tienen que comparar?
 - b) ¿Qué van a identificar? ¿Cómo lo pueden identificar?
 - c) Para realizar estos experimentos y obtener resultados que les sirvan a las chicas consideras que en los experimentos debieran algunas cosas mantenerse igual para hacer una comparación posterior. ¿Cuáles?
 - d) Con respecto a la pregunta anterior ¿Qué es lo único que vamos a modificar entre las reacciones?
- 2) En equipo discutan y armen un dibujo del experimento que van a realizar para ayudar a las chicas a averiguar las reacciones redox que pueden ser mejor. Piensa en todos los detalles del experimento (materiales necesarios, formas de medición, etc.)
 - 3) Dibuja y escribe todos los posibles resultados que puedan obtener Miranda Esther y Rosy
 - 4) Registra las posibles observaciones en una tabla de resultados.
 - 5) ¿Qué conclusiones pueden obtener a partir de los resultados?

Expóngalo frente al grupo y lleguen a un consenso, para realizar dichos experimentos.

Problema 2.

- 1) Tristán le dice a Iván que leyó en un libro de Química que es posible utilizar energía eléctrica para ocasionar que ocurran reacciones de oxidación-reducción no espontáneas. Dichos procesos impulsados por una fuente externa de energía eléctrica se llevan a cabo en las celdas electrolíticas. Iván le comenta que encontró que se pueden utilizar para realizar la obtención de metales, en el recubrimiento de algunos metales llevándose a cabo una electrodeposición o galvanoplastia, que por lo general se utilizan metales por ser buenos conductores. Por otro lado, se acerca a la conversación Manuel y les dice que él leyó cómo cubrir una llave metálica con cobre, en donde se conectaban dos caimanes: una a la llave y otro a un hilo de cobre, ambos estaban sumergidos en una disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) y a una fuente de corriente directa (o una pila de 9V) y se hace pasar corriente después de un tiempo (aproximadamente 15 minutos) ¿qué creen que pasó? Preguntó Manuel

¡Vamos a ayudarlos!

- a) ¿Qué pregunta quieren contestar los chicos?

1) En equipo discutan y realicen las actividades:

- b) ¿Cómo funcionan las celdas electrolíticas?
- c) ¿Qué tienen que comparar?
- d) ¿Qué van a medir? ¿Cómo lo pueden medir?

- e) Para realizar esta experiencia recuerda ¿Qué es un cátodo y un ánodo?
¿Qué es un electrodo y qué función tienen?
- f) En el experimento ¿Es importante el acomodo de la llave en la pila o es indistinto ponerla en cualquier polo? Justifica tu respuesta
- g) ¿Qué es lo único que vamos a modificar entre las celdas?
- 2) En equipo discutan y armen un dibujo del experimento que van a realizar para ayudar a los chicos a averiguar las disoluciones y láminas metálicas son mejor. Piensa en todos los detalles del experimento (materiales necesarios, formas de medición, etc.)
- 3) Dibuja y escribe todos los posibles resultados que puedan obtener Daniel, Manuel e Iván.
- 4) Registra las posibles observaciones en una tabla de resultados.
- 5) ¿Qué conclusiones pueden obtener a partir de los resultados?

4.2. ¡Al laboratorio!

De acuerdo con tu investigación y al cuestionario anterior construye experimentalmente una celda voltaica y una celda electrolítica. El profesor te entregara el material necesario.

Materiales y sustancias para celda voltaica.

MATERIALES	REACTIVOS
2 vaso de precipitados de 100 ml	Sulfato de cobre (II) (CuSO_4) 1M
Espanja	Sulfato de zinc (ZnSO_4) 1M.

Lámina de cobre	Cloruro de amonio (NH_4Cl) 0.1 M
Lámina de zinc	
1 par de pinzas caimán con conector tipo banana	
Multímetro o voltímetro	

MATERIALES	REACTIVOS
1 vaso de precipitados de 50 ml	Sulfato de cobre (II) (CuSO_4) 1M
Lámina de cobre o alambre	Hidróxido de sodio (NaOH) 1M
1 par de pinzas caimán con conector tipo banana	
1 llave color plateado o clip	
Fuente de corriente directa o pila de 9 V	

Apóyate del procedimiento auxiliar si no se tiene claro cómo realizar la construcción de la celda voltaica y la celda electrolítica. (ver anexo)

1.- Coloca en un vaso de precipitado, 50 ml de la disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) 1M y en otro vaso de precipitados adicionar 50 ml de la disolución de sulfato de zinc (ZnSO_4) 1M.

2.- Impregna la esponja con la disolución de cloruro de amonio (NH_4Cl) 0.1 M, ten cuidado de que no esté chorreando, colócala invertida, y pon una rama o extremo en cada vaso con las disoluciones contenidas en cada uno.

3.- Introduce una lámina de cobre en la disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) y una lámina de zinc en la de sulfato de zinc (**ambas láminas, bien limpias**).

¿Cuál es la función de las láminas de metal?

_____ , ¿Cuál de las láminas funciona como

cátodo? _____ y ¿cuál como ánodo?

_____.

4.- Utiliza un par de pinzas caimán y cables (caimanos), para conectar la lámina de Cu al borde común de un multímetro (corriente continúa) y la del Zn al borde negativo. Prende el multímetro y observa. ¿Cuánto marca el multímetro?

_____.

Materiales y sustancias para celda electrolítica.

MATERIALES	REACTIVOS
1 vaso de precipitados de 50 ml	Sulfato de cobre (II) (CuSO_4) 1M
Lámina de cobre o alambre	Hidróxido de sodio (NaOH) 1M
1 par de pinzas caimán con conector tipo banana	
1 llave color plateado o clip	
Fuente de corriente directa o pila de 9 V	

Procedimiento auxiliar si no se tiene claro cómo realizar la construcción de la celda electrolítica.

Limpia la llave o clip con una lija para metal y enjuaga 10 mL de la disolución de hidróxido de sodio (NaOH) 1M

Pesa el objeto que se quiere recubrir. (tómalo con una pinza)

- En el vaso de precipitados adiciona 30 mL de la disolución de sulfato de cobre (II) CuSO_4 1 M.

- Conecta la lámina de cobre, con la pinza caimán con conector tipo banana al polo positivo de la fuente de corriente directa o a la pila de 9V.

- Conecta el objeto a recubrir, mediante con la pinza caimán con conector tipo banana al polo negativo de la fuente de corriente directa o la pila de 9V.

- El objeto a recubrir y la lámina de cobre se introducen en la disolución de sulfato de cobre (II) CuSO_4 .
- Transcurridos 15 minutos se desconecta de la fuente de corriente directa o la pila de 9V.
- Se retira el objeto recubierto de cobre y se lleva 5 minutos a la estufa.
- Una vez frío se pesa y, por diferencia, se determina la cantidad de cobre que se ha depositado sobre el objeto.

Residuos.

- La disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) se recoge de nuevo en el recipiente para reutilizarla. Finalmente, se lava el material.

Se pretende determinar, experimentalmente, la cantidad de cobre metal que se deposita sobre el objeto problema, cuando se somete a electrólisis en una disolución acuosa de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) 1 M, haciendo pasar una corriente constante durante 30 min y en presencia de un electrodo de Cu metal como ánodo.

Nota informativa.

Para celdas voltaicas

Analiza figura 6, para hablar de los procesos oxidación-reducción en la pila o celda electroquímica.

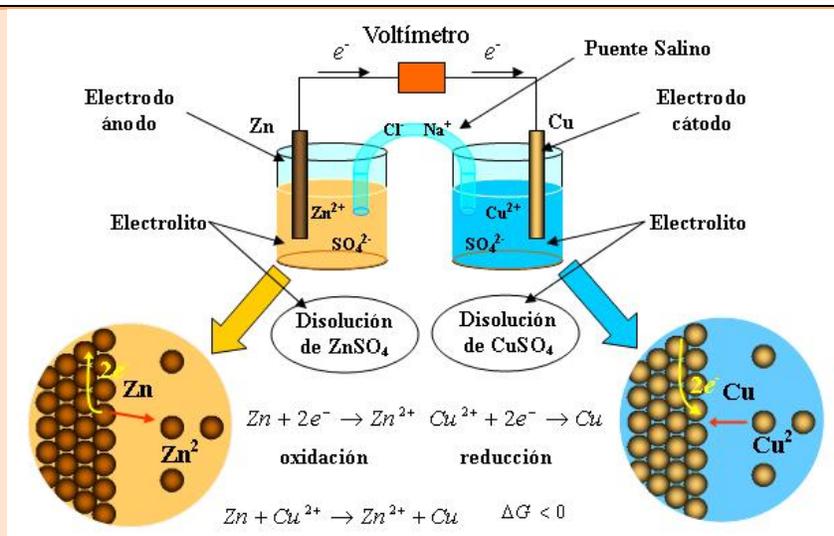


Figura 6. Tomada de [4.2 Celdas Galvánicas o celdas voltaicas | Química general \(pucp.edu.pe\)](http://pucp.edu.pe)

Para una celda electrolítica.

Analiza la figura 7, para hablar del proceso redox en la celda electrolíticas.

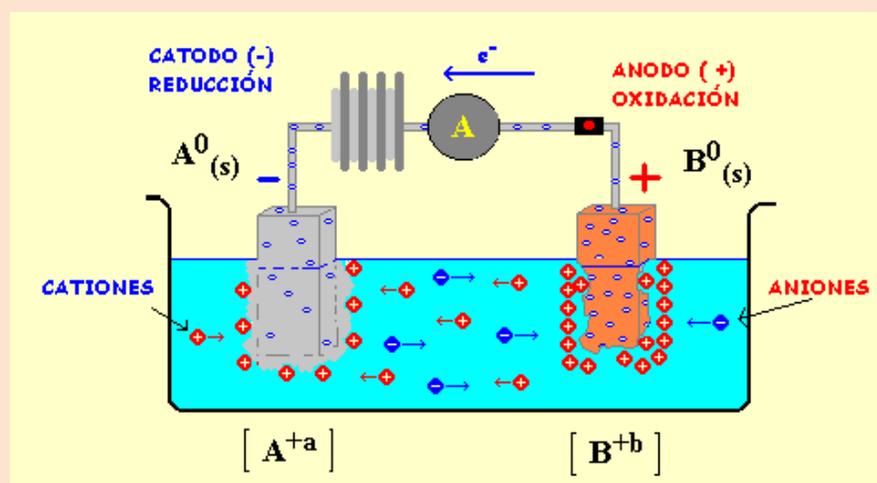


Figura 7. Tomada de [CELDAS GALVÁNICAS | Blog del curso de Química 2 Prof. P. Morales B. \(pucp.edu.pe\)](http://pucp.edu.pe)

Actividad 4.2.

Con toda la información anterior contesta de manera **individual** los siguientes incisos:

- a) Argumenta que evidencian los dibujos para cada disolución.
- b) ¿Por qué ambos electrodos están sumergidos en las disoluciones correspondientes?
- c) ¿En qué electrodo ocurre una oxidación y en cuál la reducción?
- d) Una reacción redox produce energía eléctrica, cómo utilizas esta energía en tu vida cotidiana
- e) Por ejemplo, has escuchado que debe cambiarse la batería o pila después de un cierto tiempo, ¿por qué crees que se deba cambiar?
- f) ¿Qué otro tipo de pilas conoces, dibuja los procesos?
- g) Para qué se lleven a cabo algunas reacciones redox se requiere de energía eléctrica, en tu vida cotidiana en dónde utilizas estas reacciones oxidación-reducción.
- h) ¿Menciona al menos 3 aplicaciones de las celdas electrolíticas?
- i) ¿Qué proceso ocurre cuando una pieza metálica se recubre de una fina capa de un metal?
- j) Retomando los conceptos de ánodo y cátodo quien sería para: el objeto a recubrir que actúa como _____. En él _____ se ubica una placa del metal con el que se quiere recubrir la pieza.
- k) ¿Menciona al menos 3 diferencias existe entre una celda electroquímica y una celda electrolítica, apóyate con la siguiente figura 8?

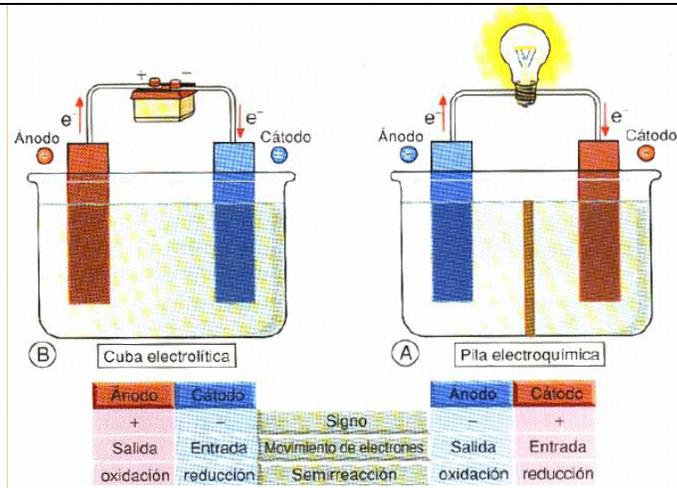


Figura 8. Tomada de <http://elfisicoloco.blogspot.com/2012/12/tipos-de-reacciones-redox-segun-su.html>

Anexo II.

Diario de clase



Diario de clase



Nombre: _____ Fecha: _____

Grupo: _____

Se trabajará 10 minutos antes de terminar la sesión con las siguientes preguntas:

¿Qué aprendí hoy?

¿Cómo lo aprendí?

¿Qué ideas aprendí y podría explicar a un compañero?

¿Qué ideas entendí, pero no las podría explicar?

¿Qué ideas no comprendí?

Anexo III.

Cuestionario diagnóstico (15 min).

Objetivo

- Indagar el conocimiento antecedente e ideas previas de los alumnos con respecto a la interpretación de cómo visualiza las reacciones redox.

Actividad.

En una clase de química la profesora les explica a los alumnos sobre un experimento que hizo: colocó un clavo (limado y limpio) en una disolución de sulfato de cobre (II) (CuSO_4) y después de un tiempo observó que sobre el clavo se formaba una cubierta de color café-rojizo, tal y como se muestra en la figura 9 a. Además, encontró en la literatura un esquema (figura 9 b) que podría explicar lo que ocurrió. Con esta información le pide a sus alumnos que los interpreten ¡vamos a ayudarlos! Para ello, contesta de forma individual las preguntas que se presentan a continuación:

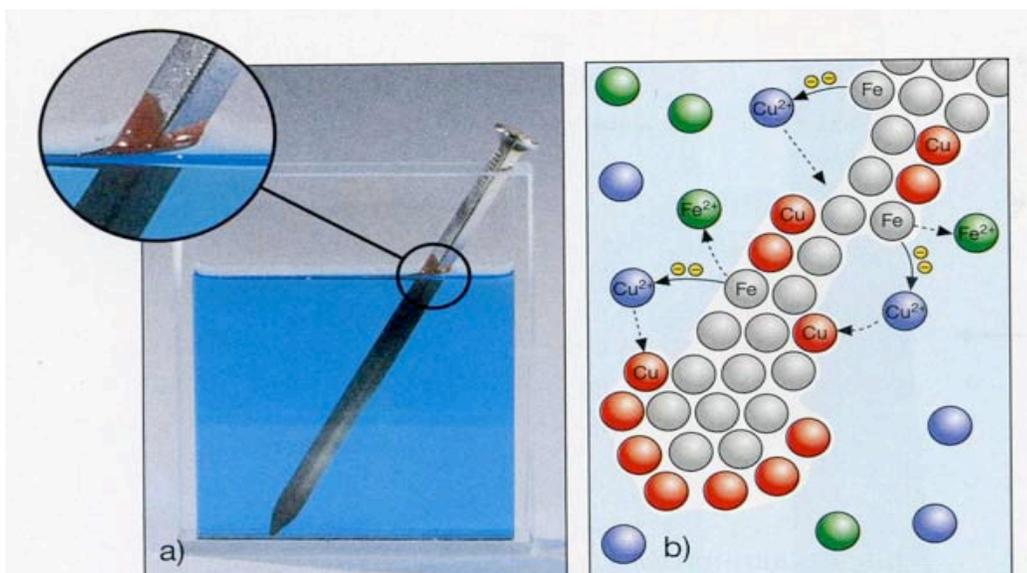


Figura 9. Reacción de un clavo de hierro en disolución de sulfato de cobre (II).

Tomada de Barke (2012)



Cuestionario Diagnóstico.



Grupo: _____

Nombre: _____ **Fecha:** _____

- 1.- ¿Qué piensas que le sucedió al clavo cuando entró en contacto con la disolución de sulfato de cobre? Justifica tu respuesta
- 2.- ¿Por qué crees que al clavo se le forma esa cubierta café-rojizo?
- 3.- ¿Qué crees que le suceda a la disolución de sulfato de cobre después de un tiempo? Justifica tu respuesta
- 4.- Observa la figura 9 **b** y escribe lo que está tratando de describir
- 5.- ¿Cómo crees que se ajusta al experimento lo que se observa en la figura 9 **a**?
- 6.- Escribe la ecuación química de la reacción que se lleva a cabo.
- 7.- Divide la ecuación en medias-reacciones (semirreacciones).
- 8.- ¿Cuál es el número de oxidación para cada una de las sustancias?
- 9.- En la ecuación química que escribiste ¿qué elemento se oxida y cuál se reduce?
Justifica tu respuesta