



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTLILÁN

CAMPO DE CONOCIMIENTO: QUÍMICA

SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA COMPRESIÓN DEL TEMA REACCIÓN QUÍMICA A NIVEL BACHILLERATO

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

PRESENTA:

NAYELI YADIRA LÓPEZ RAMÍREZ

TUTOR: DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTLILÁN

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

DR. CARLOS MAURICIO DE LA CRUZ CASTRO ACUÑA

DRA. MARGARITA FLORES ZEPEDA

MTRA. ELVA MARTÍNEZ HOLGUÍN

DRA. YOLANDA MARINA VARGAS RODRÍGUEZ

FACULTAD DE QUÍMICA

FES CUAUTLILÁN

FES CUAUTLILÁN

FES CUAUTLILÁN

CUAUTLILÁN ESTADO DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2015



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.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I EDUCACIÓN Y QUÍMICA.....	4
1.1 Situación actual de la Educación Media Superior (EMS).....	4
1.2 La enseñanza de la Química en la EMS.....	8
1.3 La enseñanza de la Química en la ENP y el tema Reacción Química.....	13
CAPÍTULO II SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL TEMA REACCIÓN QUÍMICA.....	18
2.1 Planteamiento del problema y Justificación.....	18
2.2 Objetivos.....	21
2.3 La Secuencia Didáctica en la enseñanza aprendizaje.....	21
2.4 Descripción de la Secuencia Didáctica.....	24
2.4.1 Diagrama de flujo.....	25
2.4.2 Definiciones del concepto reacción química.....	25
Figura 1. Planeación Didáctica.....	28
Figura 2. Planeación por clase/sesión.....	30
Sesión 1.....	30
Sesión 2.....	32
Sesión 3.....	34
Sesión 4.....	36
Sesión 5.....	38
Sesión 6.....	40

CAPÍTULO III RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	41
3.1 Validación del cuestionario diagnóstico.....	41
3.2 Evaluación del cuestionario diagnóstico.....	46
3.3 Evaluación de la experiencia de laboratorio.....	53
3.4 Evaluación del uso del simulador “Balanceando ecuaciones químicas”.....	57
3.5 Evaluación del video elaborado por los alumnos.....	60
3.6 Evaluación del cuestionario de salida.....	63
3.7 Análisis de resultados.....	70
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES	75
CAPÍTULO V RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS	80
ANEXOS	84
Anexo 1. Cuestionario doble vía. Diagnóstico.....	84
Anexo 1. Cuestionario doble vía. Validación.....	88
Anexo 1. Cuestionario doble vía. Salida.....	91
Anexo 2. Experiencia de laboratorio “Tipos de reacciones”.....	95
Anexo 3. Instrumento de evaluación para el simulador PhET de la Universidad de Colorado “Balanceando ecuaciones químicas”.....	99
Anexo 4. Pantallas del simulador PhET de la Universidad de Colorado “Balanceando ecuaciones químicas”.....	103
Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos.....	106

INTRODUCCIÓN

La misión de la Escuela nacional Preparatoria (ENP) es la de educar hombres y mujeres que mediante una formación integral, adquieran una pluralidad de ideas, la comprensión de los conocimientos necesarios para acceder con éxito a estudios superiores, así como una mentalidad analítica, dinámica y crítica que les permita ser conscientes de su realidad y comprometidos con la sociedad (Plan Institucional de Desarrollo 2010-2014). Por lo tanto es importante que todos los conocimientos que se impartan dentro de cada una de las asignaturas que se cursen en este subsistema de Educación Media Superior ayuden al cumplimiento de esta misión; es en este sentido que la enseñanza de la Química con base en el aprendizaje significativo se torna indispensable.

También es importante reconocer que la Química, aun desde una perspectiva no matemática es un excelente medio para ayudar a los estudiantes a aprender a pensar y a relacionar lo aprendido en el contexto de la vida diaria, además de que la incorporación del uso de la tecnología; específicamente de las TIC, en el proceso de enseñanza-aprendizaje puede contribuir a facilitar el aprendizaje significativo de esta ciencia; en especial porque su comprensión requiere que el alumno sea capaz de transitar libremente en los tres niveles de la Química: macroscópico, nanoscópico y simbólico.

El tema que se seleccionó para la implementación de la secuencia didáctica fue el de reacción química. El interés por la construcción de este concepto en los estudiantes, obedece a su importancia como concepto estructural y fenómeno central de la Química.

Uno de los principales problemas para la comprensión de las reacciones químicas es que a los alumnos se les dificulta proponer explicaciones nanoscópicas a lo que perciben con los órganos de sus sentidos y esto a su vez traducirlo al lenguaje propio de la Química. En este sentido la elaboración y aplicación de una secuencia didáctica que favorezca la construcción del concepto de reacción química partiendo de las ideas previas y utilizando estrategias que incorporen el uso de las TIC y el aprendizaje colaborativo en estudiantes de quinto año de la ENP, permitirá analizar y comparar el grado de avance en la comprensión de este tema y sus repercusiones académicas.

En el primer capítulo de este trabajo se considera importante contextualizar la situación de la Educación Media Superior; así como la enseñanza de la Química y en particular del tema de reacción química en la ENP.

En el capítulo dos se resalta la importancia del uso de secuencias didácticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se muestran los objetivos, y se describe la secuencia didáctica elaborada para este tema. La secuencia didáctica incluye un cuestionario de doble vía, que se utiliza en primera instancia como diagnóstico de las ideas previas de los estudiantes acerca de este tema.

También forma parte de la secuencia una práctica o experiencia de laboratorio en la que los alumnos realizan observaciones de diferentes tipos de reacciones químicas inorgánicas (síntesis, descomposición, sustitución), actividad que les ayuda a construir el concepto mediante la experimentación y la indagación; además de que favorece el trabajo en equipo y colaborativo.

Dado que como ya se mencionó, es importante la explicación de lo que ocurre a nivel nanoscópico y su incorporación con el lenguaje simbólico, el uso de un simulador (*PhET*) de la Universidad de Colorado; que se encuentra en la red de forma libre y gratuita, permite visualizar este nivel proporcionando a los estudiantes ecuaciones químicas sin balancear y el modelo de partículas para representar cada uno de los compuestos que forman parte de ellas. La participación de los estudiantes consiste en balancear las ecuaciones comparando la cantidad de átomos y moléculas representados con el modelo de partículas en los reactivos y en los productos, o bien de forma algorítmica. Este procedimiento es mediante prueba y error. El simulador ofrece calificación y niveles de dificultad.

Fomentando el trabajo en equipo y el uso de las TIC en el proceso de aprendizaje, la secuencia incluye la elaboración de un video por parte de los alumnos acerca del balanceo de ecuaciones, esta actividad se lleva a cabo después de que ya se han realizado diferentes actividades para la construcción del concepto de reacción química, incluida la exposición por parte del profesor.

Para finalizar se vuelve a aplicar el cuestionario diagnóstico como una herramienta para analizar el grado de avance en la comprensión de este tema.

En el capítulo tres se presentan los resultados obtenidos, su análisis general y por cada una de las actividades realizadas.

Finalmente dentro de las conclusiones se observa que la elaboración y aplicación de la secuencia didáctica para el tema “*reacción química*” con estudiantes de 5°. año de Bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria, nos permitió registrar un avance en cuanto a la incorporación de los tres niveles de la Química en las explicaciones que los estudiantes dan a este fenómeno, lo que se representa una mejora en la comprensión de este tema.

CAPITULO I: EDUCACIÓN Y QUÍMICA

1.1 Situación actual de la Educación Media Superior (EMS)

La educación media superior, la educación superior y la formación para el trabajo, con las particularidades que les son propias, deben estar orientadas al logro de las competencias que se requieren para el desarrollo democrático, social y económico del país. En la educación media superior, los jóvenes, además de profundizar su formación integral, inician su preparación para distintas trayectorias laborales y profesionales. Al ser la antesala de la ciudadanía plena, es de la mayor importancia que continúen su formación.

En la educación media superior y superior cada estudiante debe lograr un sólido dominio de las disciplinas y valores que deben caracterizar a las distintas profesiones (Programa Sectorial de Educación, Plan Nacional de Desarrollo 2012-2018). Actualmente la Educación media Superior (EMS) en el país está compuesta por una serie de subsistemas que operan de manera independiente, sin correspondencia a un panorama general articulado y sin que exista suficiente comunicación entre ellos, por lo cual, surge la Reforma Integral a la Educación Media Superior (RIEMS) como parte del Plan Nacional de Desarrollo (2006). La pluralidad de modelos educativos en la EMS es algo positivo, ya que permite atender una población diversa con diferentes intereses, aspiraciones y posibilidades, sin que ello invalide objetivos comunes esenciales que se deben procurar.

Actualmente por el tipo de financiamiento y control administrativo, la EMS se puede clasificar en: federal, estatal, autónoma y particular.

Los programas que se ofrecen pueden agruparse en tres categorías:

- a) El bachillerato general, cuya función es contribuir a la formación en conocimientos y habilidades de quienes se preparan para continuar estudios superiores.
- b) La educación profesional técnica del nivel medio superior que especializa al alumno en la aplicación de conocimientos y habilidades en actividades laborales precisas.
- c) El bachillerato tecnológico bivalente que ofrece tanto estudios propedéuticos para ingresar a estudiar alguna licenciatura, como un título técnico con el cual los egresados pueden incorporarse al mercado de trabajo.

La organización anterior, está determinada por la historia de la EMS en México; que expresa la dicotomía que afecta a este nivel educativo en múltiples países, incluidos los de América Latina y de la OCDE: instituciones y planes de estudio de carácter preuniversitario o bien como opciones terminales para la incorporación al trabajo. Como producto de esta historia, existe un catálogo considerable de instituciones y planes de estudio en el país. Por un lado esto resulta en una sana pluralidad y, por otro, ante la falta de un sentido general de organización, en una dispersión curricular que no expresa los objetivos comunes que debería tener la EMS. Finalmente, muchas de estas instituciones federales, estatales y autónomas ofrecen, en adición a modalidades escolarizadas, otras conocidas como no escolarizadas o mixtas (preparatoria abierta y a distancia), mediante las cuales se pueden obtener títulos de bachillerato.

La educación desempeña un papel determinante en la construcción de un país más equitativo y ha sido una de las vías de mayor eficacia para lograr la movilidad social. De ahí que en México resulta indispensable la atención de las grandes diferencias económicas y sociales que colocan en situación de desventaja a los más pobres en relación con los beneficios de la escuela.

Para el año 2000 se atendían, en los cerca de 10 mil planteles en todo el país, con aproximadamente 200 mil profesores, a más de 3 millones de jóvenes, lo que significó el 50% del grupo de 16 a 18 años (Prieto A. M., Castañón R. M., Seco R. M., 2000).

Sin embargo para el ciclo escolar 2012-2013 el número de alumnos inscritos en el Sistema Educativo Nacional aumento a casi 4 millones y medio, no así el número de planteles que permaneció prácticamente sin cambios (SEMS, 2013).

En la tabla 1 se muestra el indicador de cobertura de la EMS desde el año 1990. Incluye datos sobre el número de egresados de secundaria, para poder dimensionar la demanda de servicios de EMS, y la tasa de absorción (que divide el número de alumnos de nuevo ingreso en la EMS entre los egresados de la secundaria). Asimismo muestra la llamada eficiencia terminal, un reflejo de la deserción, que mide el porcentaje de alumnos que egresa del nivel respecto de los que ingresaron tres años antes.

Tabla 1. Indicadores de cobertura de la Educación Media Superior. Cifras nacionales

Ciclo escolar	Egresados de Secundaria	Tasa de absorción	Deserción	Eficiencia terminal	Cobertura
1990-1991	1,176,290	75.4%	18.8%	55.2%	35.8%
1995-1996	1,222,550	89.6%	18.5%	55.5%	39.4%
2000-2001	1,421,931	93.3%	17.5%	57.0%	46.5%
2005-2006	1,646,221	95.3%	17.0%	59.6%	57.2%
2006-2007	1,697,834	95.6%	16.5%	59.8%	57.9%
2007-2008	1,739,513	95.4%	16.3%	58.9%	58.6%
2010-2011	1,803,082	96.7%	14.9%	62.2%	62.7%
2012-2013	1,805,863	99.5%	14.5%	63.3%	65.9%

Fuente: Sistema para el análisis de la estadística educativa (SisteSep). Versión 5.0, Dirección de Análisis DGPP, SEP. Y DGPEE Sistema de Estadísticas Continuas.

Podemos observar que la cobertura del ciclo escolar 2012-2013 creció en un 19% con respecto al ciclo escolar 2000-2001, así mismo la eficiencia terminal también creció en un 16%; lo que resulta en beneficio de los jóvenes mexicanos en edad e cursar la EMS.

Por otro lado entre los países de mayor desarrollo en las últimas décadas se encuentran Corea e Irlanda, en ambos casos, el crecimiento económico ha sido acompañado por el fortalecimiento de la EMS. Se puede argumentar que los países de la OCDE no son comparables con México, pero destaca que incluso en los que comparten circunstancias con el nuestro, como Chile y Brasil, se observan avances más considerables (OECD, 2010).

En este sentido en México, los grupos de ingresos altos tienen tasas de mayor asistencia a la EMS, similares a las de los países desarrollados; en cambio, entre los deciles de más bajos ingresos, en 2002 sólo poco más del 10% de los jóvenes accedió a los servicios de EMS, y estos a su vez; pueden llegar a ser de muy baja calidad (De la Luz C., Díaz G. 2010). Esta situación refuerza la inequidad que se observa en el sistema educativo del país. De tal forma que entre los estudiantes de 15 y 17 años que abandonan la escuela, la mayoría se ubica en los deciles de ingreso más bajos y la mayor parte, alrededor del 40 por ciento, lo hace por falta de interés por los estudios. En ese grupo de edad, la falta de interés como causa de abandono resulta más importante que la falta de dinero o la necesidad de trabajar. Entre aquellos que tienen 18 y 19 años y han abandonado la

escuela, la explicación económica apenas supera a la falta de gusto por estudiar (Encuesta Nacional de Juventud 2005).

Para mejorar la calidad del aprendizaje durante la última década, en el ámbito internacional, la Unión Europea ha desarrollado estrategias diversas encaminadas a, ampliar el acceso a la educación, actualizar la definición de capacidades básicas, abrir la educación al entorno internacional y hacer un buen aprovechamiento de los recursos disponibles. Entre las recomendaciones que ha hecho la Unión Europea a sus miembros destaca el énfasis en las competencias básicas como mecanismo para hacer frente a la nueva realidad económica que representa la sociedad del conocimiento, la preocupación por la competitividad del continente, y la intención de que las escuelas establezcan “asociaciones para cumplir un nuevo papel más diversificado”, lo cual se refiere a mecanismos de vinculación más profundos con la sociedad y el sector productivo (Síntesis de la Legislación de la UE 2007-2013).

En México la Secretaría de Educación Media Superior (SEMS) dentro del programa de Desarrollo Sectorial, propone la construcción de un Sistema Nacional de Evaluación de la EMS (SNEEMS) que proporcione elementos para mejorar en todas sus dimensiones la calidad de la EMS en todos los subsistemas, modalidades y planteles de ese tipo educativo. Esta evaluación se realizará en los ámbitos de sistema y subsistemas, programas, escuelas, maestros y alumnos. En este sentido, por más de una década, la UNAM ha realizado una reforma en sus dos opciones de bachillerato, el CCH y la ENP, y actualmente se encuentra en marcha el Programa de Modificación Curricular que ha tenido diversos aspectos. El componente medular de la reforma ha sido la definición de la base que deben compartir todos los estudiantes que cursen EMS en las opciones educativas de la UNAM, independientemente de los cursos que tomen.

Para este efecto se preparó y discutió el documento de trabajo *Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM*. (2001) Este documento está inspirado en experiencias en otros países como Argentina, Chile y Francia en los que se han definido las competencias que deben adquirir los estudiantes de EMS.

Los núcleos de conocimientos y formación básicos se refieren a lo esencial, aquello que los alumnos que cursen los programas de bachillerato de la UNAM no pueden dejar de aprender. Los núcleos tienen la misión de servir como base para la adquisición de nuevos conocimientos en el marco de una serie de competencias para la vida. Por su parte, en 2002 el CCH dio un paso más adelante al realizar un ajuste curricular adicional que define

los *aprendizajes relevantes* que se busca realicen sus estudiantes en cada una de sus asignaturas. La definición de estos aprendizajes condujo también al desarrollo de estrategias docentes (Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos que debe proporcionar el Bachillerato de la UNAM. México: UNAM, 2001). Aunado a esto la UNAM desarrolló un sistema de bachillerato a distancia, el cual está concebido con base en competencias. Su novedoso programa se desarrolla en torno a asignaturas multidisciplinarias que ayudan a los estudiantes a adquirir habilidades de autoestudio y capacidad de reflexión, entre otras.

1.2 La enseñanza de la Química en la EMS

El padre intelectual de la Química moderna es, en gran medida, el “positivismo lógico”, quien nos ha convencido de que el conocimiento científico válido se construye por medio de inferencias lógicas basadas en evidencia obtenida a través de la experimentación cuidadosa y sistemática, haciendo a un lado las especulaciones metafísicas.

Sin embargo en la actualidad, la enseñanza y aprendizaje de la Química, atraviesa por una serie de problemas que son comunes al bachillerato en México y en otros países. Uno de ellos, y quizá el más importante, es el del currículo. Dados los saberes, quehaceres y pensares de la Química del presente y el futuro, uno puede preguntarse ¿qué debemos enseñarle a nuestros estudiantes sobre esta disciplina? ¿En qué medida el actual currículo de química general en los niveles medio, medio-superior y superior les proporciona a los estudiantes las herramientas intelectuales necesarias para dar sentido, analizar y reflexionar sobre los productos de la Química y su impacto en nuestro mundo? (Talanquer, 2009). Los currículos de química que hoy día son dominantes ponen demasiado énfasis en el aprendizaje de lo que los químicos “saben”, o en las aplicaciones prácticas de dicho conocimiento, haciendo a un lado el análisis, la discusión, y la reflexión sobre cómo los químicos piensan y sobre el enorme poder predictivo, explicativo y transformador de su forma de ver el mundo. Si se quisiera generar una metáfora para describir el currículo de química dominante, la idea de una “escalera temática” es bastante adecuada (Schwartz, 2006). La filosofía central de este currículo es la de proporcionar a los estudiantes herramientas básicas de manera escalonada para entender los modelos y principios químicos sobre estructura y transformación de la materia. Sin importar el orden en que se decida poner los escalones, el objetivo es que los alumnos aprendan cómo es que los modelos químicos permiten explicar las propiedades y transformaciones de la

sustancias. Las limitaciones de este currículo han sido señaladas por diferentes autores (Gillespie, 1991; Chamizo, 2001), en general, el número de temas que se introduce es muy grande, lo que promueve su cobertura superficial en detrimento del aprendizaje significativo. La organización temática proporciona una visión fragmentada del conocimiento químico y pone mayor énfasis en el desarrollo de habilidades algorítmicas para resolver preguntas y problemas (ej. cálculos estequiométricos, construcción de estructuras) que en el análisis y reflexión sobre las ideas y conceptos centrales.

En los últimos años se han propuesto currículos de química alternativos, entre los que destacan los influenciados por la corriente Ciencia-Tecnología-Sociedad-Medio Ambiente tales como QuimCom, el proyecto Salters y Química en Contexto (Garritz, 1994; Membiela, 1997). Estos currículos tienen una estructura que puede concebirse como una “telaraña temática” (Schwartz *et al.*, 1994).

En contraste con la organización vertical del currículo dominante, en estos casos se utiliza una estructura horizontal para presentar una serie de temas relevantes para la sociedad moderna, no se sigue una secuencia escalonada o jerárquica y cada uno de ellos se utiliza como base para construir la “telaraña” de ideas, conceptos y modelos químicos que son necesarios para comprender la problemática discutida. Sin dejar de reconocer el avance que este tipo de abordaje representa en la reconceptualización de la enseñanza de la Química, este tipo de currículo adolece de problemas similares a los del currículo dominante.

En general, la cantidad de información incluida en los temarios es excesiva y predominantemente descriptiva, aunque sin duda se trata de conocimientos relevantes, el énfasis se pone en los saberes, no en los quehaceres y pensares. Adicionalmente, la estructura del currículo dificulta la integración de las ideas y conceptos químicos centrales pues estos tienden a introducirse de manera fragmentada.

Por lo tanto, habría que enfatizar que existen cuatro preguntas esenciales a las que la Química busca dar respuesta y que dichas preguntas definen cuatro propósitos fundamentales: *¿Qué es esto?* (Análisis), *¿Cómo lo hago?* (Síntesis), *¿Cómo lo cambió?* (Transformación), y *¿Cómo lo explico o predigo?* (Modelaje) (Talanquer, 2009), es en este sentido en el que se debiera avanzar en el momento de diseñar y organizar el currículo de esta ciencia.

Otro problema radica en el acercamiento al estudio de esta disciplina, diferentes investigaciones señalan que existen tres elementos relacionados con las dificultades que presentan los estudiantes para aprender Química: (a) el enfoque utilizado en la enseñanza de las ciencias, (b) no considerar las concepciones alternativas y (c) la no diferenciación de los niveles de la Química: macroscópico, nanoscópico y del lenguaje simbólico (Fensham, 1988; Nakhleh, 1992; Pintó, Aliberas y Gómez, 1996 y Pujol, 1998).

Un análisis sencillo de la influencia de estos tres elementos, llevaría a afirmar que, en cuanto el enfoque utilizado en la enseñanza de la Química, muchas veces esta disciplina es situada en un contexto alejado de la realidad del estudiante, sin destacar sus implicaciones prácticas o aplicaciones tecnológicas y sociales, y como si todos los estudiantes fuesen a ser químicos, lo que conlleva a la concepción de una imagen distorsionada de la misma.

Referente al segundo elemento, no se toman en cuenta las concepciones alternativas que los estudiantes tienen acerca de los diferentes conceptos de química y, por tanto, la enseñanza de éstos no conduce a un apropiado desarrollo conceptual por parte del estudiante. Por último, se debe señalar la falta de diferenciación de los tres niveles de la Química: macroscópico, nanoscópico y del lenguaje simbólico, lo cual es importante para lograr el cambio conceptual, ya que en diversas investigaciones ha sido señalada como la causa de algunas concepciones alternativas (Pujol, 1998). Es en este sentido que la incorporación del uso de las TIC, en el proceso de enseñanza-aprendizaje puede contribuir a facilitar el aprendizaje significativo de esta ciencia en especial porque puede mejorar su comprensión permitiendo que los estudiantes transiten libremente en los tres niveles de la Química.

Por otro lado el avance de la ciencia en los últimos tiempos ha sufrido cambios acelerados y de percepción de incertidumbre, Chamizo (2009) nos dice frecuentemente que, con tales súbitos cambios del conocimiento, siempre hemos de enseñar no química, sino historia de la química, para enseñar lo último se necesitan leer unas 20 revistas cada día para alcanzar el 1% de la información química que se produce en el mundo (Schummer, 1999); por lo que la pregunta hoy es: ¿Cómo lograr una formación flexible con la que los estudiantes puedan transformar y actualizar rápidamente lo que aprenden, a la velocidad de todos estos descubrimientos? (Garritz, 2010).

En la ponencia inaugural de Linda Darling-Hammond en la Conferencia anual de la *National Association of Research in Science Teaching* (NARST) de abril 2009, se planteó que las expectativas del aprendizaje de las ciencias están cambiando y que hoy lo constituye el siguiente decálogo:

1. Aptitud para comunicarse
2. Adaptabilidad para el cambio
3. Capacidad para trabajar en grupo
4. Preparación para resolver problemas
5. Aptitud para analizar y conceptualizar
6. Capacidad para meditar y mejorar el desempeño
7. Aptitud para auto-administrarse
8. Capacidad para crear, innovar y criticar
9. Aptitud para involucrarse en aprender cosas nuevas, siempre
10. Capacidad para cruzar las fronteras de los especialistas.

En este listado no vemos ningún contenido científico, pero sí un enfoque de educación moderno con las aptitudes y habilidades más deseadas para los estudiantes.

En este sentido, a continuación se presenta el decálogo de los paradigmas de la enseñanza de la química fraseado en grandes temas de didáctica (Garritz, 2010):

1. Química de frontera
2. Analogías
3. Incertidumbre
4. Indagación
5. Modelos y modelaje
6. Naturaleza, historia y filosofía de la química
7. Competencias
8. Riesgo
9. Tecnologías de la comunicación y la información
10. Afectividad: algo clave para la enseñanza

Por último es necesario hablar de los resultados obtenidos en la enseñanza de la química y de las ciencias en general; para lo cual una referencia útil son los resultados del examen PISA (Programme for International Student Assessment) en ciencias. Este examen es instrumentado por la OCDE como uno más de los esfuerzos de muchos países por contar con elementos para fortalecer sus sistemas educativos, buscando alcanzar aprendizajes

de mayor calidad, particularmente los que favorecen el desarrollo de competencias y habilidades claves para enfrentar los retos de la sociedad, esto; sin perder de vista nuestras marcadas diferencias en cuanto a las políticas económicas, sociales y educativas de los países miembros de esta organización.

El estilo enciclopédico y memorístico que hay en muchos casos en la educación mexicana, es tal vez más notable en ciencias naturales (Tamez R., 2006) lo que se pone de manifiesto en los resultados de PISA para México. Las pruebas PISA no están alineadas a los planes y programas de estudio de nuestro país, ya que miden habilidades complejas de lectura, matemáticas y ciencias, las cuales son necesarias para la vida en la sociedad del conocimiento. Los estudiantes que participan en estas pruebas son jóvenes de entre 15 y 16 años inscritos en secundaria o en el primer grado de educación media superior (PISA para docentes, 2005).

En total, cerca de 510 000 alumnos participaron en la evaluación en 2012, representando a cerca de 28 millones de jóvenes de 15 años en escuelas en los 65 países y economías que participaron. La muestra de estudiantes es representativa a nivel nacional y para cada una de las 32 entidades federativas.

Los datos obtenidos en ciencias en el 2006 sirvieron de referencia para los obtenidos en el 2009 y 2012, el puntaje promedio alcanzado en esta prueba por los países miembros de la OCDE fue de 501, México sin embargo, en 2006 alcanzó 410 puntos y en 2012 alcanzó 415 puntos, aunque se observa un avance éste no representa una diferencia o mejora significativa para los datos de la OCDE, ya que países como Turquía aumentaron en 30 puntos su record.

Por último México es el país de la OCDE con el más bajo porcentaje (1%) de estudiantes con el *nivel 5* o más, que corresponde a los estudiantes que son capaces de crear o utilizar modelos conceptuales para realizar predicciones, proporcionar explicaciones, analizar y diseñar investigaciones, comunicar argumentos, etc. y que obtienen un puntaje de 626 o más en la prueba (PISA para México, 2009).

Por todo lo anterior es necesario reflexionar acerca de los contenidos que se incluyen en el estudio de las ciencias a nivel medio y medio superior, en especial en el área de la química; así como en la forma en la que éstos se enseñan y se evalúan.

1.3 La enseñanza de la Química en la Escuela Nacional Preparatoria y el tema Reacción Química

La Escuela Nacional Preparatoria (ENP) pertenece al bachillerato autónomo de la UNAM y ofrece estudios escolarizados con carácter propedéutico, ya que forma personas preparadas para emprender una carrera profesional.

Fundada en 1867 bajo el amparo de la Ley Orgánica de Instrucción Pública en el D.F., fue el inicio de la EMS y el antecedente de la Universidad. Basó su proyecto educativo en el positivismo que antepone la razón y la experimentación frente al dogma y la escolástica, actualmente atiende a cerca de 50,000 estudiantes y sigue siendo la primera opción para estudiar el bachillerato en México.

La ENP debe proporcionar a sus alumnos una educación de calidad que les permita incorporarse con éxito a los estudios superiores y así aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos del mundo actual, mediante la adquisición de una formación integral que les permita adquirir una amplia cultura, de aprecio por su entorno y la conservación y cuidado de sus valores. Una mentalidad analítica, dinámica y crítica que les permita ser conscientes de su realidad y comprometerse con la sociedad, adquiriendo la capacidad de obtener por sí mismos nuevos conocimientos, destrezas y habilidades, que les posibilite enfrentar los retos de la vida de manera positiva y responsable (Plan Institucional de Desarrollo 2010-2014).

Por otro lado, en cuanto a las cifras publicadas por el Portal de Estadísticas Universitarias para el ciclo escolar 2009-2010, la población del bachillerato universitario era de 109,530 estudiantes de los cuales egresaron, en ese mismo ciclo, solamente 25, 219. Del total de la población 50, 437 alumnos formaron parte de la ENP y en ese ciclo escolar el 58.9% egresó en el tiempo estipulado.

Es en este sentido que el plan y los programas de estudio de las diferentes asignaturas que conforman este bachillerato universitario, deben contribuir al cumplimiento de la misión del ENP, por lo que respecta al área de las ciencias y en particular al colegio de química, esta materia se encuentra distribuida en asignaturas del quinto y sexto año de bachillerato del Plan de Estudios de la ENP; vigente desde 1996.

En quinto año se encuentra ubicada dentro del núcleo básico, con categoría de obligatoria y un carácter teórico-práctico, con el nombre de Química III. En sexto año se encuentra ubicada dentro del núcleo propedéutico, con categoría obligatoria y un carácter teórico-práctico, con el nombre de Química IV-áreas I y II; y con categoría optativa y un carácter teórico-práctico, con el nombre de Físicoquímica.

El curso de Química IV se divide en I y II de acuerdo con las áreas de la ENP; por lo que para el curso *Química IV-área II*, se pretende que los alumnos construyan los saberes que le permitan cursar con buen éxito sus estudios superiores. Además se introduzcan en el estudio de la química orgánica y la bioquímica, adquiriendo las habilidades y destrezas necesarias para realizar cálculos químicos, utilizar y manipular instrumentos adecuadamente; así también para permitirles la autonomía en el aprendizaje y la aplicación de conocimientos adquiridos en la resolución de problemas.

Según el programa de la asignatura, se sigue una metodología basada en la experimentación en el aula como medio para la construcción del conocimiento teórico y se enfatiza la importancia de los principios de la química, mediante lecturas de interés general que reflejen los últimos avances en el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Para el caso de *Química IV-área I*, al igual que con la química del área II; se pretende que los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para cursar con éxito sus estudios superiores y que además se introduzcan en el estudio de la química orgánica y de algunos conceptos químicos y fisicoquímicos necesarios para la comprensión global de los procesos químicos. Según el programa de la asignatura se parte de las ideas y conocimientos previos que tiene el alumno, principalmente los de química, de física y de matemáticas; se retoran los conceptos fundamentales a un nivel propedéutico de análisis y se aplican a problemas sencillos y específicos del área. La metodología privilegia la experimentación en el aula, como medio para la construcción del conocimiento teórico.

En el caso de Físicoquímica esta es una asignatura optativa con carácter teórico-práctico que se imparte en sexto año para los alumnos de las áreas I y II, el curso plantea que los alumnos adquieran destreza en el lenguaje propio de la Físico-Química, cuantifiquen la materia y la energía que participan en las reacciones químicas; se familiaricen con el empleo de instrumentos propios de la Física, la Química y la Físicoquímica; relacionen los conocimientos científicos que han adquirido con la tecnología y la sociedad; desarrollen

habilidades para observar, reunir información y utilizarla en la resolución de problemas teórico-prácticos; adquiriendo actitudes de cuestionamiento, indagación, previsión, respeto y perseverancia.

En cuanto al tema de reacción química; este se encuentra distribuido en los contenidos de estas asignaturas de la manera que se indica en el cuadro 1:

Cuadro 1. Distribución de contenidos relacionados con el tema reacción química	
Asignatura	Unidad
Química IV área I	1 La energía y las reacciones químicas 2 Rapidez y equilibrio de las reacciones químicas 3 Reacciones orgánicas
Química IV área II	1 Líquidos Vitales, contenido 1.2 Equilibrio ácido-base para la vida y 1.3 La Sangre, tesoro vital 2 Química para entender los procesos de la vida, contenido 2.4 Reacciones orgánicas 3 La energía y los seres vivos, contenido 3.1 Vida y termodinámica
Fisicoquímica	3 Termodinámica 4 Electroquímica

La asignatura de Química III que se imparte a todos los grupos de quinto año, representa la única oportunidad que tendrán los alumnos de bachillerato de la ENP de estar en contacto con esta ciencia; y por lo tanto con los contenidos centrales de la misma. Por tal motivo es importante sumar esfuerzos para lograr un mejor proceso de aprendizaje con los estudiantes.

De acuerdo al programa de estudios de la ENP el curso de *Química III* pretende que los alumnos adquieran una cultura científica básica, ética de responsabilidad social e individual que les permita desarrollar su capacidad de análisis crítico, aplicando sus conocimientos en cuanto a las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la vida actual. Aunado a esto deben efectuar la integración entre ciencia, tecnología y sociedad, estructurando conocimientos y adquiriendo habilidades como: cuestionamiento,

observación indagación, manipulación de material y sustancias químicas, así como el tratamiento y desecho de sustancias nocivas.

Para su enseñanza se sigue una metodología basada en el alumno, promoviendo la reflexión y proporcionando los antecedentes básicos para los cursos de Química IV y Fisicoquímica. Según el programa de la asignatura, el curso tiene un enfoque científico cultural en el que mediante tópicos de importancia relacionados con el contexto social, económico y político tanto nacional como mundial, se introduce al alumno en el estudio de la Química; se privilegia la realización de experimentos en el laboratorio, en el aula y fuera de ella.

Se busca motivar a los alumnos, capacitarlos para que localicen información y desarrollen habilidades analíticas, juicios críticos y la capacidad para evaluar riesgos y beneficios.

Se promueve la discusión en pequeños grupos y la participación de los alumnos en la proposición de diversas soluciones a los problemas planteados; se favorece la reflexión y el aprendizaje grupal en el aula y la interdisciplina en aspectos científicos, sociales y ecológicos.

En cuanto al tema de reacción química éste se encuentra inmerso dentro de los contenidos de las diferentes unidades del programa de Química III, que se indican en el cuadro 2:

Cuadro 2. Distribución de contenidos que incluyen el tema de reacción química dentro de la asignatura de Química III	
Unidad	Contenido
1 La energía, la materia y el cambio	1.2.7. Ley de la conservación de la materia 1.2.8. La energía y las reacciones químicas.
2 Aire, intangible pero vital	2.2.1 Algunas reacciones del N ₂ , O ₂ , y CO 2.2.2 Reacción del oxígeno con metales y no metales 2.2.5 Reacciones de combustión 2.2.6 Reacciones exotérmicas y endotérmicas
3 Agua, tanta y nos podemos morir de sed	3.3.9 Neutralización y formación de sales
4 Corteza terrestre, fuente de materiales útiles para el hombre	4.1.4 Neutralización y formación de sales 4.3.2 Reacciones de polimerización para la obtención de resinas

Como se puede observar el tópico de reacción química se encuentra ampliamente distribuido en esta asignatura y en los programas de Química de la ENP.

CAPITULO II: SECUENCIA DIDÁCTICA PARA EL TEMA REACCIÓN QUÍMICA

2.1 Planteamiento del problema y justificación

Uno de los principales resultados obtenidos de la investigación en enseñanza de las ciencias, al hacer evidentes las concepciones múltiples de los estudiantes que muchas veces son distintas de aquellas que les habían intentado enseñar sus maestros de ciencia, radica en el esfuerzo por diseñar estrategias didácticas cuyo objetivo reside en permitir el tránsito hacia las concepciones científicas (Gallegos, García y Calderón, 2007).

Incorporadas en las estrategias didácticas se encuentran las *secuencias didácticas* que, de acuerdo con Méheut y Psillos (2004), es un término utilizado para denominar las secuencias de enseñanza-aprendizaje para un tema particular y que abarcan aquellas propuestas de enseñanza que presentan actividades empíricamente probadas y adaptadas para alcanzar ciertos objetivos de aprendizaje. En este sentido resulta de gran importancia la implementación de las secuencias didácticas para favorecer el desarrollo adecuado de los conceptos centrales de la Química, ya que se han realizado muchos estudios en cuanto al diagnóstico de las concepciones alternativas, específicamente, para el tópico de las reacciones químicas se han encontrado reportadas en la bibliografía diferentes concepciones y problemas para el aprendizaje, algunas de las cuales se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Concepciones alternativas más comunes y dificultades para el aprendizaje de las reacciones químicas, reportadas en la bibliografía.

Autor(es) / año	Concepciones alternativas y dificultades reportadas
Nakhleh (1992)	<ul style="list-style-type: none"> • El balanceo de las ecuaciones químicas se concibe como un ejercicio estrictamente algorítmico. • Los estudiantes presentan dificultades para dibujar diagramas de moléculas al explicar las ecuaciones químicas a nivel microscópico. • No utilizan la información contenida en los coeficientes y subíndices de una ecuación química para construir modelos de moléculas individuales.
Ben-Zvi, Eylon y Silberstein (1988)	<ul style="list-style-type: none"> • Algunos estudiantes parecen tener un modelo aditivo de las reacciones, es decir, los compuestos son concebidos como la simple unión de fragmentos.
Chastrette y Franco (1991)	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes poseen una gran confusión entre las reacciones químicas y las transformaciones físicas. • No utilizan las explicaciones nanoscópicas de las reacciones químicas, sino que todas las explicaciones que dan corresponden a un nivel macroscópico.
Hackling M.W y Garnett P.J (1995)	<ul style="list-style-type: none"> • Inadecuada concepción nanoscópica de la reacción química.
Barker V. (2001)	<ul style="list-style-type: none"> • No diferenciación entre cantidad y concentración.
Caruso, Castro, Domínguez, García-Rodeja, Iturralde, Rocha y Scandroli (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • A nivel macroscópico, consideran que ocurre una reacción química cuando cambian algunas de las propiedades de las sustancias. • A nivel nanoscópico, piensan que varían la forma, el tamaño y el color de los átomos cuando ocurre una reacción química. • Conciben que sólo hay reacción química si se unen dos sustancias distintas o, que a nivel nanoscópico, ocurre una reacción química cuando se unen átomos distintos.

En un estudio realizado por Russell, Kozma, Jones, Wykoff, Marx y Davis (1997) señalan la no diferenciación de los niveles: macroscópico, nanoscópico y simbólico de la Química, como una de las posibles causas de algunas concepciones alternativas en esta área. Estos autores argumentan

que diferentes estudios demuestran que los estudiantes que tienen la habilidad para visualizar fenómenos químicos a nivel molecular desarrollan un buen entendimiento conceptual de la química. Por lo que el uso de simuladores que permitan mostrar las reacciones químicas a nivel nanoscópico; y a su vez incorporar el lenguaje simbólico y el balanceo de ecuaciones constituyen una herramienta muy útil. En este sentido el desarrollo de las nuevas tecnologías y su utilización en el proceso educativo, requiere del soporte que proporciona el *aprendizaje colaborativo*, para optimizar su intervención y generar verdaderos ambientes de aprendizaje que promuevan el desarrollo integral de los aprendices y de sus múltiples capacidades.

La implementación de una secuencia didáctica que favorezca la construcción del concepto de reacción química partiendo de las ideas previas y utilizando estrategias que incorporen el uso de las TIC y el aprendizaje colaborativo en estudiantes de quinto año de la ENP, permitirá analizar y comparar el grado de avance en la comprensión de este tema y sus repercusiones académicas. Cabe señalar que no se pretende agotar el tema dado que este concepto presenta diferentes aristas; por lo que en este trabajo se pretende que los estudiantes interpreten una reacción química utilizando el modelo de partículas y esencialmente la conciben como una reorganización de los átomos, que implica la ruptura y formación de enlaces químicos, conduciendo ello a la producción de nuevas sustancias y todo esto representado mediante una ecuación química balanceada.

2.2 Objetivos

Objetivo general

Evaluar el avance en el nivel de comprensión del tema reacción química; mediante la elaboración y la aplicación de una secuencia didáctica a alumnos de quinto año de la ENP.

Objetivos particulares

- Identificar las concepciones alternativas y los principales problemas en el aprendizaje del tema reacción química mediante la aplicación de un cuestionario a estudiantes de quinto año de la ENP.
- Elaborar y aplicar una secuencia didáctica para mejorar la comprensión del tema reacción química.
- Relacionar el nivel de comprensión de los alumnos de quinto año de la ENP en función al tema reacción química y sus repercusiones académicas.

2.3 La Secuencia Didáctica en la enseñanza aprendizaje

La planeación o planificación es un proceso fundamental en el ejercicio docente ya que contribuye a plantear acciones para orientar la intervención del profesor, al realizarla conviene tener presente que:

- Los aprendizajes esperados y los estándares curriculares son los referentes para llevarla a cabo.
- Las estrategias didácticas deben articularse con la evaluación del aprendizaje.
- Se deben generar ambientes de aprendizaje lúdicos y colaborativos que favorezcan el desarrollo de experiencias de aprendizaje significativas.

- Las estrategias didácticas deben propiciar la movilización de saberes y llevar al logro de los aprendizajes esperados de manera continua e integrada.
- Los procesos o productos de la evaluación evidenciarán el logro de los aprendizajes esperados y brindarán información que permita al docente la toma de decisiones sobre la enseñanza, en función del aprendizaje de sus alumnos y de la atención a la diversidad.
- Los alumnos aprenden conociendo y para favorecerlo es necesario involucrarlos en su proceso de aprendizaje.

Dentro de esta planificación la elaboración de secuencias didácticas resulta fundamental. Se entiende por secuencia didáctica a una serie ordenada de actividades relacionadas entre sí. Esta serie de actividades, que pretende enseñar un conjunto determinado de contenidos, puede constituir una tarea, una lección completa o una parte de ésta.

En las secuencias didácticas se pueden identificar diversas actividades, ubicadas en tres etapas o momentos, que son: inicio, desarrollo y cierre.

La fase de Inicio tiene diversos propósitos, como ubicar en el contexto del alumno, el conocimiento o contenidos a aprender para despertar en los alumnos el interés o la necesidad de aprenderlos en esa lección o clase. Asimismo, otro propósito de estas actividades es activar los esquemas de conocimiento que el alumno tiene del tema, hacer que recuerde sus conocimientos previos o que evoque sus vivencias personales para resolver un desafío que se plantea.

En la fase de Desarrollo se propone que el alumno procese información mediante la observación de determinados fenómenos y la reflexión sobre reglas científicas y de su uso en la vida cotidiana. El conocimiento que adquiera el alumno con estas actividades le permitirá realizar actividades para el aprendizaje y para integración del conocimiento. Estas actividades le permitirán indagar, leer, experimentar, con todo aquello relacionado para que pueda adquirir los conocimientos fundamentales que se proponen alcanzar con la secuencia didáctica.

La fase de Cierre consiste en una o varias actividades que representan el punto culminante de una secuencia y por tanto, suponen el estadio final de un proceso de la puesta en común y de la aplicación de conocimientos y habilidades. Se trata de actividades significativas que demandan al alumno un importante componente de creatividad. Son actividades de aplicación de lo aprendido para explicar cómo resolvió el desafío y de valorar el trabajo de los demás.

Algunas consideraciones a tener en cuenta en el diseño desarrollo y evaluación de secuencias didácticas son (Obaya A., Ponce R., 2007):

- Justificación de la secuencia didáctica: ¿por qué y para qué les sirve a los estudiantes?
- Información: determinación de ideas previas e investigación bibliográfica
- Articulación: pertinencia y nivel de profundidad, planificación de las actividades y acciones.
- Recursos y materiales
- Organización: tiempo y espacios disponibles
- Evaluación

La evaluación es parte importante de la secuencia didáctica, se realiza de manera concomitante en todos los momentos, al inicio con el diagnóstico de saberes previos, en el desarrollo, con la observación del desempeño de las propias actividades y al cierre, con la aplicación de conocimientos y la puesta en común. Para lo cual el docente puede emplear, sencillas pruebas objetivas, rúbricas para los trabajos de búsqueda de información, experimentación, construcción de esquemas, reportes o mapas y en general del desempeño del alumno durante la secuencia de actividades y la autoevaluación como actividad formativa para el auto aprendizaje.

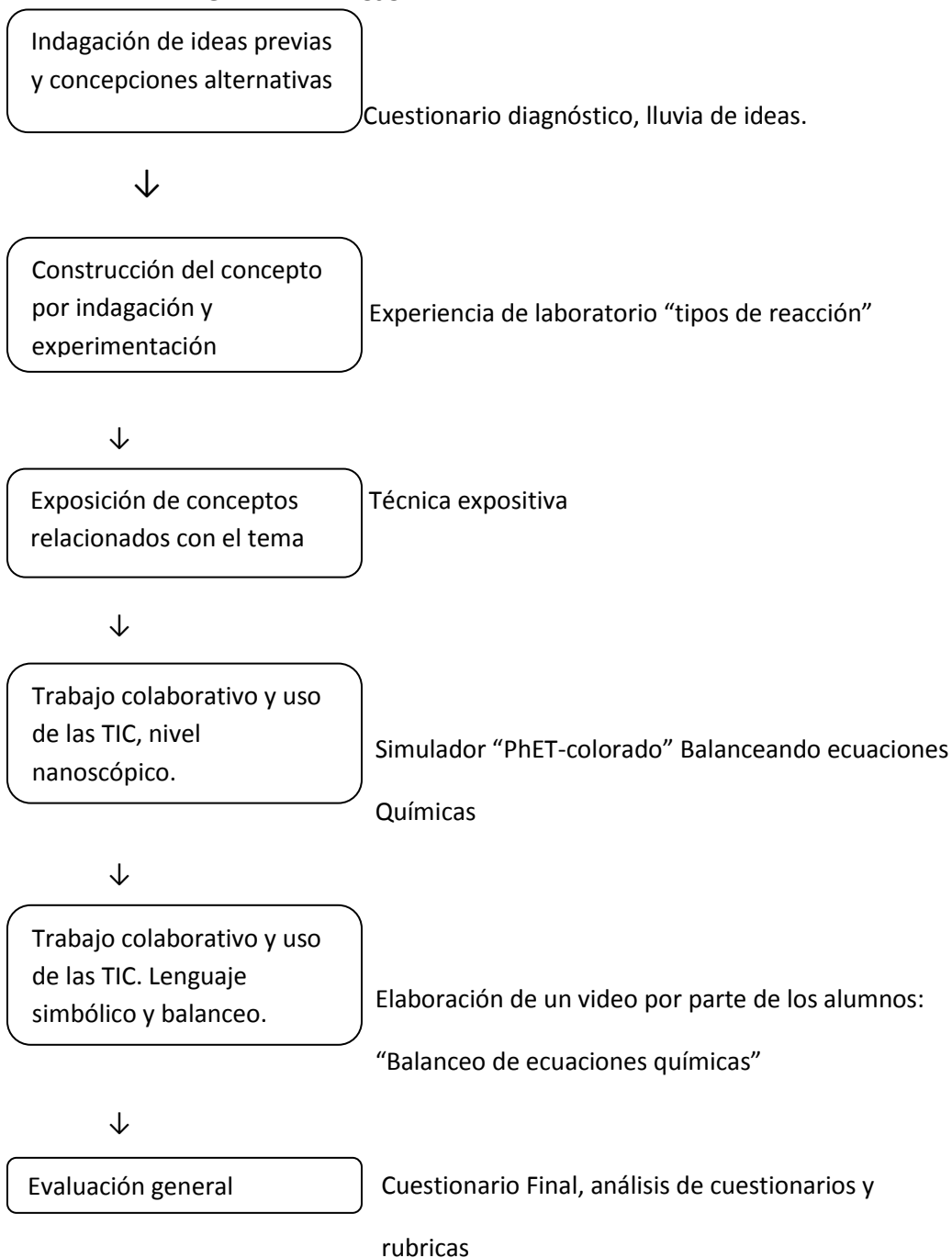
2.4 Descripción de la Secuencia Didáctica para el tema “reacción química”

La secuencia didáctica orienta y facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, evita la improvisación constante y la dispersión, mediante un proceso reflexivo en el que participan los estudiantes, los profesores, los contenidos de la asignatura y el contexto. Es además una buena herramienta que permite analizar e investigar la práctica educativa (Obaya A., Ponce R. 2007).

La secuencia didáctica para el tema “reacción química” se trabajó con 122 alumnos de quinto año de la ENP, 64 de los cuales pertenecían al grupo 508 del turno matutino del plantel “Justo Sierra” (3), 58 al grupo 557 del turno vespertino del plantel “Pedro de Alba” (9).

El siguiente diagrama de flujo pretende mostrar un panorama general de las estrategias didácticas utilizadas en esta secuencia, para posteriormente describir a detalle cada una de ellas.

2.4.1 DIAGRAMA DE FLUJO



2.4.2 Definiciones del concepto reacción química

El tema reacción química se encuentra inmerso en varios contenidos del programa de Química III de la ENP, durante el desarrollo de estos es necesario abordar los conceptos de ecuación química y

balanceo. Por lo que para contextualizar y antes de presentar la secuencia didáctica se muestran algunas definiciones de reacción química, ecuación química y balanceo que se describen en los libros de texto de nivel básico y de bachillerato.

“Una reacción química es un cambio químico. El cambio químico es una transformación de la materia a nivel molecular, que involucra la ruptura de uno o varios enlaces, un intercambio de partículas y la formación de nuevos enlaces”. “Al conjunto de formulas y símbolos de los reactivos y productos en el lenguaje químico se le llama ecuación química”. “Una ecuación química debe tener en ambos miembros el mismo número de átomos de los mismos elementos para que se cumpla con la *ley de la conservación de la masa*” (Espriella 2005).

“Reacción química, un proceso en el cual una sustancia (o sustancias) cambia para formar una o más sustancias nuevas”. “Una ecuación química utiliza símbolos para mostrar que ocurre durante una reacción química” (Chang 2006).

“Cuando dos o más elementos o compuestos intervienen en un cambio químico, la información correspondiente se representa de una manera concisa por medio de una ecuación química” (Garritz 2001).

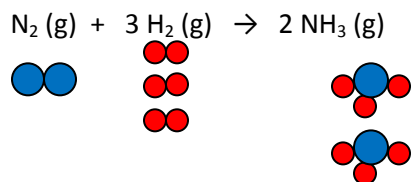
“Reacciones químicas: interacciones entre sustancias químicas que dan origen a algún cambio en la composición de las sustancias”. “Una ecuación es una forma abreviada de expresar un cambio químico mediante símbolos y formulas”. “Realizamos el balance de ecuaciones químicas debido a la *Ley de la conservación de la masa*, es decir la cantidad de átomos o de moles de átomos de cada elemento debe ser igual en ambos lados de la ecuación” (Daub 2005).

De acuerdo a la sugerencia de Vanessa Kind (2004), “un cambio químico ocurre cuando átomos (o iones) son reacomodados como reactivos para formar nuevas sustancias. Con frecuencia van acompañados por cambios en la apariencia física o el color, la producción de gas, luz, calor, o enfriamiento.”

Como podemos observar se necesita conjuntar todas las definiciones para tener una idea más clara y general de lo que involucra este tema central de la química.

Aunado a lo anterior, es necesario retomar lo que señalan algunos autores como Russell y cols. (1997) acerca de la utilidad de representar lo que ocurre a nivel molecular o nanoscópico, la incorporación del lenguaje simbólico y balanceo; para lograr un mejor entendimiento conceptual del tema reacción química.

Ejemplo:



Por tal motivo se propone la siguiente secuencia didáctica general y posteriormente la planeación por clase, con la finalidad de analizar si se alcanza algún avance en la comprensión de este tema.



Figura 1. Planeación Didáctica



Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

Proceso	Estrategia didáctica	Recursos	Tiempo
1. Indagación de ideas previas y concepciones alternativas	<ul style="list-style-type: none"> Validación del cuestionario diagnóstico con alumnos de 1er. semestre de la carrera de Química de la FES-Cuautitlán. Aplicación de un cuestionario diagnóstico para la detección de ideas previas y concepciones alternativas. Lluvia de ideas, discusión grupal. 	<ul style="list-style-type: none"> Fotocopias del cuestionario diagnóstico. 	2 Sesiones de 50 min c/u.
2. Construcción del concepto de reacción química, a nivel macroscópico y del lenguaje simbólico, mediante indagación y experimentación	<ul style="list-style-type: none"> Análisis del trabajo a realizar en el laboratorio, exposición por equipos. Práctica de laboratorio: Tipos de reacción Discusión grupal de los resultados de la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> Fotocopias de la práctica de laboratorio Pintarrón y plumones Proyector y computadora Diapositivas power point 	3 sesiones de 50 min cada una.

Proceso	Estrategia didáctica	Recursos	Tiempo
3. Desarrollo y exposición de conceptos relacionados con el tema. (Nivel macroscópico y lenguaje simbólico)	<ul style="list-style-type: none"> Exposición por parte del profesor. Resolución de ejercicios típicos de ecuaciones químicas y balanceo por el método del tanteo. 	<ul style="list-style-type: none"> Pintarrón y plumones. Proyector, computadora y diapositivas power point. Fotocopias para la resolución de ejercicios 	2 sesiones de 50 min cada una
4. Desarrollo del concepto reacción química a nivel nanoscópico y del lenguaje simbólico.	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo colaborativo y empleo de las TIC al utilizar el simulador: "pHet colorado" <i>Balanceo de ecuaciones químicas.</i> Trabajo en equipo para la resolución de cuestionario de salida entorno al uso del simulador. 	<ul style="list-style-type: none"> Computadoras del laboratorio de Ciencias Fotocopias del cuestionario de salida 	1 sesión de 50 min. Trabajo extra clase.
5. Desarrollo del concepto a nivel macroscópico, nanoscópico y del lenguaje simbólico.	<ul style="list-style-type: none"> Trabajo colaborativo previo a la realización del video. Trabajo en equipo para realizar un video acerca del balanceo de ecuaciones químicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Post-it de colores para representar cada uno de los átomos de los compuestos Plumones Libros y apuntes CD con el video en formato DVD 	1 sesión de 50 min. Trabajo extra clase.
6. Evaluación general	<ul style="list-style-type: none"> Aplicación del cuestionario de salida (cuestionario de doble vía) 	<ul style="list-style-type: none"> Fotocopias del cuestionario de salida. 	1 sesión de 50 min.



Figura 2. Planeación por clase/sesión



Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

PROCESO: <i>Indagación de ideas previas y concepciones alternativas</i>		1
<p>OBJETIVOS: Identificar y establecer las ideas previas y concepciones alternativas de los alumnos de quinto año de la ENP en torno al tema reacción química, mediante la resolución de un cuestionario diagnóstico y lluvia de ideas.</p> <p>Validar el cuestionario diagnóstico en alumnos de 1er. semestre de la carrera de Química de la FES-Cuautitlán.</p>		
<p>APRENDIZAJES A LOGRAR:</p> <p>No se logran aprendizajes en este proceso</p>	<p>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</p> <p>Compuesto, elemento, mezcla</p>	

ACTIVIDADES

FASE DE APERTURA

TIEMPO 5 min	
<p>Actividad 1. Presentación del objetivo de la actividad y del cuestionario diagnóstico* a los alumnos.</p> <p>*(Anexo 1)</p>	<p>Material: fotocopias, lápices.</p>

FASE DE DESARROLLO

TIEMPO 45min	
Actividad 2. Resolución del cuestionario diagnóstico. (<i>Anexo 1</i>)	Material: fotocopias, lápices. Evaluación diagnóstica



Planeación por clase/sesión



Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

PROCESO: Construcción del concepto de reacción química, a nivel macroscópico y del lenguaje simbólico, mediante indagación y experimentación.		2
OBJETIVO: Realizar la práctica de laboratorio titulada “Tipos de reacción química”, para identificar los cambios que ocurren en las sustancias al ocurrir una transformación química, así como participar para establecer las características de una reacción y ecuación química.		
<p>APRENDIZAJES A LOGRAR:</p> <p>Construir la definición de reacción química.</p> <p>Identificar la ecuación química como un modelo que representa a una reacción química y como parte del lenguaje simbólico de la Química.</p> <p>Reproducir una experiencia de laboratorio previa discusión y organización del trabajo práctico. Seguir adecuadamente el proceso.</p> <p>Analizar los resultados obtenidos en el laboratorio.</p>	<p>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</p> <p>Compuesto, elemento, mezcla, ecuación, sustancias y material de laboratorio.</p>	

ACTIVIDADES

FASE DE APERTURA

TIEMPO 10min

Actividad 1. Presentación del objetivo, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.

TÉCNICA: expositiva

MATERIAL: power point, pintarrón y plumones, fotocopias práctica

FASE DE DESARROLLO

TIEMPO 40 min	<p>TÉCNICA: exposición por equipos y discusión grupal</p> <p>MATERIAL: computadora, proyector, pintarrón, plumones.</p>
<p>Actividad 2. En equipos y en grupo; análisis del trabajo a realizar en el laboratorio y de los conceptos requeridos en la investigación previa.</p> <p>Actividad 3. Conclusiones e indicaciones finales acerca del trabajo en el laboratorio.</p>	
TIEMPO 50 min	<p>TÉCNICA: experimental y trabajo en equipo</p> <p>MATERIAL: sustancias y material de laboratorio</p>
<p>Actividad 4. Práctica de laboratorio “tipos de reacción” (Anexo 2)</p>	

FASE DE CIERRE

TIEMPO 50 min	<p>TÉCNICA: expositiva, profesor y alumnos. Mapa conceptual</p> <p>Evaluación Formativa: participación en el laboratorio, exposición en equipo, revisión del reporte de la práctica y mapa conceptual</p>
<p>Actividad 5. Análisis de los resultados obtenidos en la práctica.</p>	



Planeación por clase/sesión

Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

<p>PROCESO: <i>Desarrollo y exposición de conceptos relacionados con el tema reacción química. (Nivel macroscópico y lenguaje simbólico).</i></p>		<p>3</p>
<p>OBJETIVO: Exponer el concepto de reacción química y los términos relacionados. Explicar el balanceo de ecuaciones químicas y su relación con la ley de la conservación de la materia.</p>		
<p>APRENDIZAJES A LOGRAR:</p> <p>Reafirmar los conceptos de reacción y ecuación química.</p> <p>Balancear ecuaciones químicas sencillas utilizando el método del tanteo o ajuste.</p> <p>Comprender el significado de coeficientes y subíndices presentes en las ecuaciones químicas.</p> <p>Utilizar adecuadamente el lenguaje simbólico de la química en este tema.</p>	<p>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</p> <p>Ecuación química, nomenclatura inorgánica, concepto de mol.</p>	

ACTIVIDADES

FASE DE APERTURA

<p>10min</p>	<p>Actividad 1. Presentación de los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> expositiva y lluvia de ideas</p> <p><u>MATERIAL:</u> power point,</p>
--------------	---	--

FASE DE DESARROLLO

pintarrón y plumones

TIEMPO 40 min

Actividad 2. Exposición por parte del profesor

TÉCNICA: expositiva

MATERIAL:
computadora, proyector,
pintarrón, plumones.

TIEMPO 40 min

Actividad 3. Resolución de ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas.

MATERIAL: Serie de
ejercicios balanceo

FASE DE CIERRE

TIEMPO 10 min

Actividad 4. Ejercicios extraclase. Explicación e indicaciones del trabajo con el simulador en los laboratorios de ciencias, para la siguiente sesión.

MATERIAL: fotocopias
ejercicios

Evaluación formativa:
resolución de ejercicios



Planeación por clase/sesión



Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

PROCESO: Desarrollo del concepto reacción química a nivel nanoscópico y del lenguaje simbólico.		4
<p>OBJETIVOS: Utilizar el simulador de pHet colorado “Balanceo de ecuaciones” para identificar el reacomodo de átomos cuando ocurre una transformación química.</p> <p>Participar y practicar el balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo.</p> <p>Comprobar que el balance de ecuaciones corresponde con el balance de masa.</p>		
<p>APRENDIZAJES A LOGRAR:</p> <p>Identificar el reacomodo de átomos cuando ocurre una transformación química</p> <p>Comprobar el significado que tienen los coeficientes y subíndices en las ecuaciones químicas.</p> <p>Balancear adecuadamente las ecuaciones químicas.</p>	<p>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</p> <p>Reacción y ecuación química, balanceo</p>	

ACTIVIDADES

FASE DE APERTURA

5min	
<p>Actividad 1. Presentación de los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.</p>	<p>TÉCNICA: expositiva</p> <p>MATERIAL: power point, pintarrón y plumones</p>

FASE DE DESARROLLO

TIEMPO 40 min	<p>TÉCNICA: trabajo colaborativo, uso de TIC</p> <p>MATERIAL: computadoras del laboratorio de ciencias, fotocopias material adjunto</p>
<p>Actividad 2. *Uso del simulador pHet colorado, “Balanceo de ecuaciones” https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-chemical-equations.</p> <p>. Resolución de ejercicios de práctica y retos, de forma colaborativa y de acuerdo a las instrucciones del material adjunto (Anexo 3).</p> <p>*(Anexo 4)</p>	

FASE DE CIERRE

TIEMPO 5 min	<p>TÉCNICA: expositiva</p> <p>MATERIAL: fotocopias</p> <p>Evaluación formativa: Participación adecuada en el laboratorio y resolución de cuestionario en las fotocopias.</p>
<p>Actividad 3. Indicaciones generales para la entrega, en la siguiente clase; del material adjunto resuelto. (fotocopias)</p>	



Planeación por clase/sesión

Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

PROCESO: <i>Desarrollo del concepto a nivel macroscópico, nanoscópico y del lenguaje simbólico.</i>		5
OBJETIVO: Los alumnos elaboraran un vídeo donde se explique el balanceo de una ecuación química y se muestre el reacomodo de los átomos con la finalidad de verificar la comprensión de este tema.		
<p>APRENDIZAJES A LOGRAR:</p> <p>Participar en el balanceo de una ecuación química y mostrar mediante el uso de post-it, el reacomodo de átomos.</p> <p>Los alumnos elaboraran un video que muestre el proceso que se lleva a cabo para balancear ecuaciones químicas, en base al trabajo realizado en clase.</p>	<p>CONOCIMIENTOS PREVIOS:</p> <p>Reacción y ecuación química, balanceo</p>	

ACTIVIDADES

FASE DE APERTURA

5min	<p>Actividad 1. Presentación de los objetivos, los aprendizajes a lograr y el orden del día a los alumnos.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u> expositiva</p> <p><u>MATERIAL:</u> power point, pintarrón y plumones</p>
------	---	---

FASE DE DESARROLLO

TIEMPO 40 min	<u>TÉCNICA:</u> trabajo colaborativo
Actividad 2. Balanceo en equipo y de forma colaborativa, de una ecuación química. El profesor asigna la ecuación a los equipos, y en las paredes del salón muestran su resultado, utilizando post-it de colores para representar el símbolo de los átomos involucrados.	<u>MATERIAL:</u> post-it, plumones, pintarrón, apuntes, libros

FASE DE CIERRE

TIEMPO 5 min	<u>TÉCNICA:</u> expositiva
Actividad 3. Indicaciones generales para la elaboración del video que realizaran en equipo y extra clase. El video se elabora con la ecuación que les toco balancear en clase y debe mostrar el procedimiento realizado (Anexo 5).	Evaluación sumativa: video en formato DVD.



Planeación por clase/sesión



Tema: Reacción química

Nombre del Profesor: Nayeli Yadira López Ramírez

Nombre del Programa: Química III Clave: 1501 Quinto año de Bachillerato de la ENP

PROCESO: Evaluación final general		6
OBJETIVOS: Aplicar cuestionario de salida que corresponde al cuestionario diagnóstico inicial, con la finalidad de comparar y evaluar el aprendizaje logrado.		
APRENDIZAJES A LOGRAR: No se logran aprendizajes en este proceso	CONOCIMIENTOS PREVIOS: -----	

ACTIVIDADES

FASE DE APERTURA

TIEMPO 5 min	
Actividad 1. Presentación del objetivo de la actividad y del cuestionario diagnóstico a los alumnos (Anexo 1).	Material: fotocopias, lápices.

FASE DE DESARROLLO

TIEMPO 45min	
Actividad 2. Resolución del cuestionario.	Material: fotocopias, lápices. Evaluación sumativa

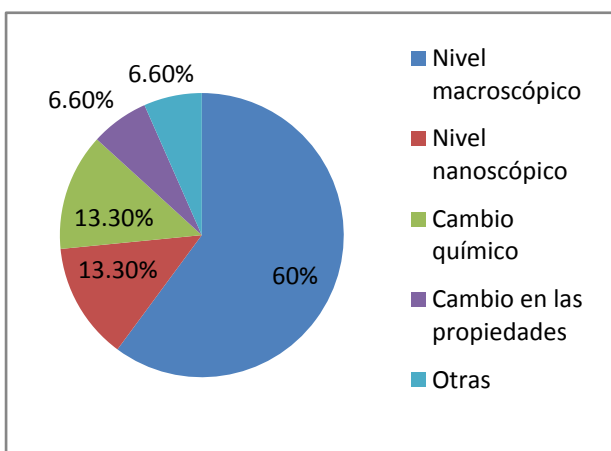
CAPITULO III: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Validación del cuestionario diagnóstico

El cuestionario diagnóstico se aplicó a quince estudiantes del tercer semestre de la carrera de Bioquímica Diagnóstica de la FES-Cuautitlán. Los resultados se muestran a continuación:

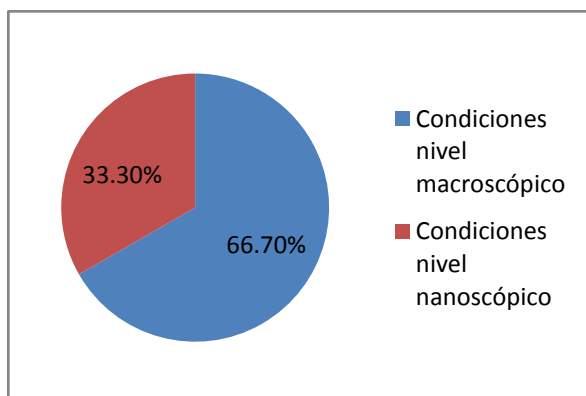
Las primeras tres preguntas son abiertas, y consisten en indagar acerca de sus concepciones en torno al significado de una reacción química, las condiciones necesarias para que ocurra y la forma de identificar que ha ocurrido.

Pregunta No.1 **¿Qué es una reacción química?**, las respuestas se han agrupado de acuerdo al nivel macroscópico o nanoscópico que usan los alumnos en sus explicaciones. Se incluye también el rubro en donde sólo se refieren a un cambio químico o un cambio de propiedades. Se consideran respuestas a nivel macroscópico las que únicamente se refieren a la transformación de unas sustancias en otras sustancias nuevas; este tipo de respuestas se encontró en 9 estudiantes. Solamente 2 estudiantes incluyeron en su respuesta la ruptura y formación de enlaces entre átomos y la participación de los electrones; lo que se considera una respuesta a nivel nanoscópico. Ninguno de los 15 estudiantes combinó ambos niveles de la química dentro de sus explicaciones, 2 de ellos respondieron que una reacción química es un cambio químico, solamente 1 de ellos mencionó que es un proceso en el que ocurren cambios en las propiedades de las sustancias y 1 más se refirió a una situación de equilibrio.



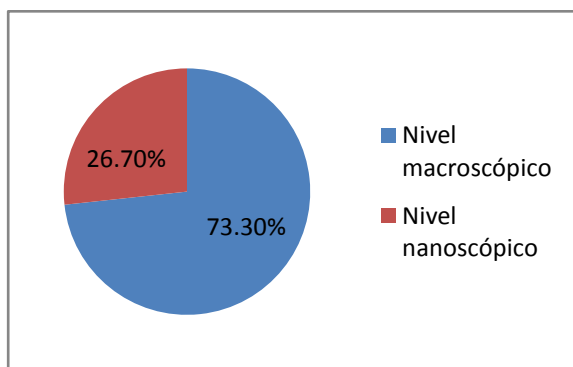
Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	9	60
Nivel nanoscópico	2	13.3
Cambio químico	2	13.3
Cambio en las propiedades	1	6.6
Otras	1	6.6

Pregunta No. 2 **¿Por qué ocurre una reacción química?**, nuevamente se han agrupado las respuestas en las que mencionan condiciones a nivel macroscópico (por afinidad entre sustancias, naturaleza de los reactivos, condiciones de presión y temperatura necesarias, ΔG adecuado) y en las que mencionan condiciones a nivel nanoscópico (electronegatividad, interacción molecular y entre átomos, e-, etc).



Respuestas	No. de estudiantes	%
Condiciones nivel macroscópico	10	66.7
Condiciones nivel nanoscópico	5	33.3

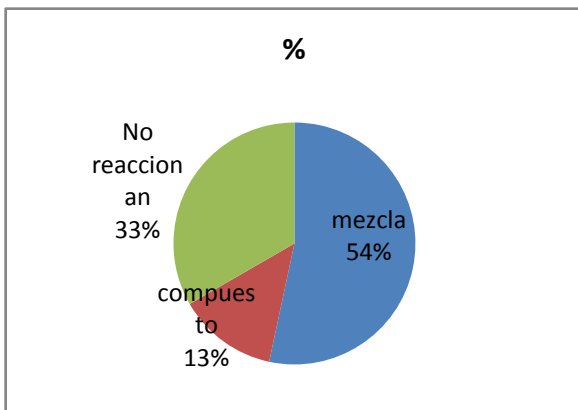
Pregunta No. 3 **¿Qué cambios ocurren cuando se lleva a cabo una reacción química?**, las respuestas a nivel macroscópico incluyen cambios de color, temperatura, liberación de gases, cambios de concentración, etc. A nivel nanoscópico cambios en la estructura molecular, ruptura y formación de enlaces, cambios fisicoquímicos y en sus propiedades.



Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	11	73.3
Nivel nanoscópico	4	26.7

Las preguntas cuatro a la siete se refieren al concepto de mezcla-cambio físico, su representación gráfica y sus propiedades; utilizando como ejemplo el azufre en polvo y la limadura de hierro.

Pregunta No. 4 **¿Qué se obtiene al colocar en un mismo vidrio de reloj limadura de hierro y azufre en polvo?** Las respuestas muestran que 8 alumnos responden que se forma una mezcla, 2 que se forma un compuesto y 5 dicen que no pasa nada o que no reaccionan.



Respuestas	No. de estudiantes	%
Mezcla	8	54
compuesto	2	13
No ocurre nada	5	33

Estas respuestas coinciden de forma general con lo que se representa a nivel esquemático.

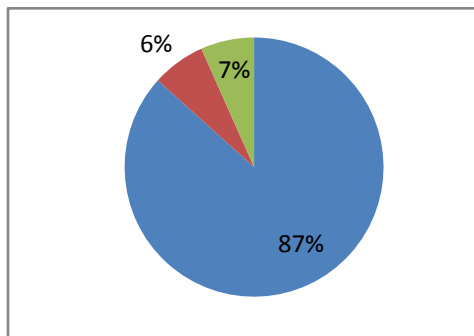
Pregunta No. 5 **Corresponde a la representación esquemática de lo ocurrido.**



Nueve (60%) de los estudiantes responden que el esquema que representa lo obtenido corresponde a la respuesta marcada como A. Solamente uno (6.6%) hace referencia a un compuesto y 5 (33.3%) a una mezcla homogénea.

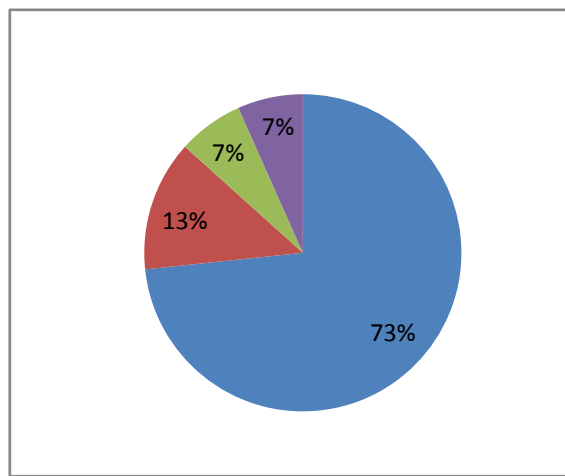
Pregunta No. 6 **¿Es posible separar lo obtenido?**, las respuestas muestran que 13 estudiantes (86.6%) piensan que si, solamente 1 (6.6%) opina que no y uno más no respondió.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Si	13	86.6
No	1	6.6
No responde	1	6.6



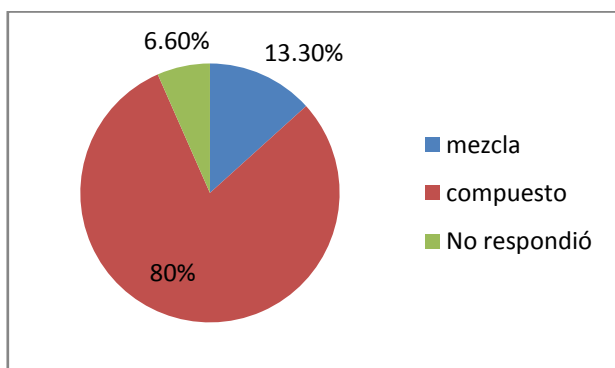
Pregunta No.7 **¿Por qué sería posible separarlos?**, esta pregunta requiere que el estudiante explique porque sería posible la separación, y nuevamente se observan respuestas de carácter macroscópico (es una mezcla, no ocurre reacción, no cambian sus propiedades) y de carácter nanoscópico (no existen enlaces, partículas separadas). El 73.3% (11 estudiantes) hacen referencia al nivel macroscópico, 13.3% (2 estudiantes) hacen referencia al nivel nanoscópico, solamente un 6.6% (1 estudiante) incorpora explicaciones en ambos niveles y un 6.6% (1 estudiante) no responde.

Respuestas	No. estudiantes	%
Nivel macroscópico	11	73.3
Nivel nanoscópico	2	13.3
Ambos	1	6.6
No responde	1	6.6



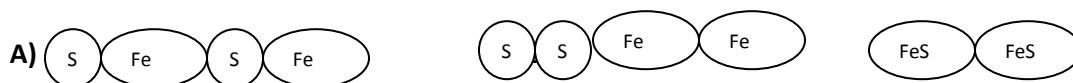
Las preguntas ocho y nueve se refieren a un fenómeno químico donde se forma un compuesto y su representación gráfica.

Pregunta No. 8 **Si se coloca un poco de azufre en polvo y de limadura de hierro en un tubo de ensayo; y éste a su vez se calienta con un mechero por un tiempo determinado, ¿Qué se obtiene?** Dos de los 15 estudiantes (13.3%) respondieron que una mezcla, 12 (80%) respondieron que un compuesto e incluso escribieron la fórmula química. Y solamente uno (6.6%) no respondió.



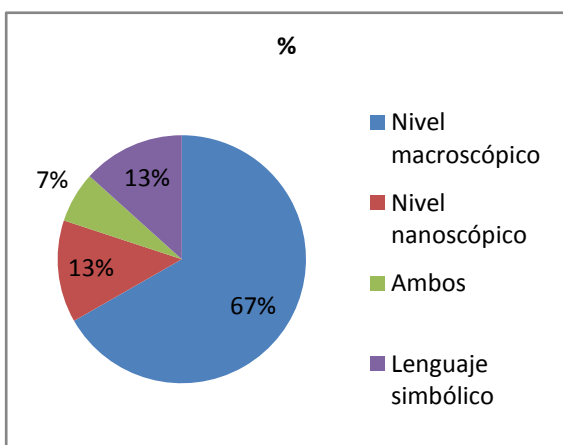
Respuestas	No. de estudiantes	%
mezcla	2	13.3
compuesto	12	80
No respondió	1	6.6

Pregunta No. 9 **Corresponde al esquema que representa correctamente lo obtenido**



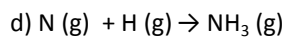
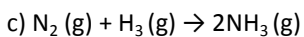
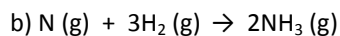
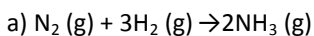
Nuevamente las respuestas esquemáticas corresponden con lo ya expresado, 80% de los estudiantes eligen la opción que corresponde a un compuesto, el 7% la que corresponde a una mezcla, otro 7% opina que no pasa nada y un estudiante no respondió esta pregunta.

Pregunta No. 10 Escribe el significado de: **“Al ocurrir una reacción química una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) totalmente diferentes”**, nuevamente se observan respuestas a nivel macroscópico (cambian las propiedades de las sustancias iniciales y finales, reactivos en productos) y a nivel nanoscópico (se separan moléculas, participación de e-). Los resultados se muestran en la tabla, cabe mencionar que dos de los estudiantes ejemplifico con lenguaje simbólico.



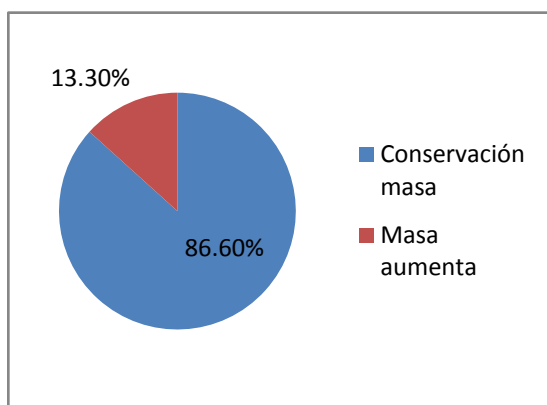
Respuestas	No. De estudiantes	%
Nivel macroscópico	10	66.6
Nivel nanoscópico	2	13.3
Ambos	1	6.6
Lenguaje simbólico	2	13.3

Pregunta No. 11 Esta pregunta se refiere al lenguaje simbólico y balanceo en el proceso de producción de amoníaco. Existen cuatro posibles respuestas y solo una es correcta.



En los resultados se observa que el 100% de los estudiantes respondió adecuadamente.

Pregunta No. 12 Corresponde a la conservación de la masa en la reacción entre el sulfato de sodio y cloruro de bario. Las opciones corresponden a la conservación de la masa (B), la disminución (A) y el aumento (C). El 86.6% de los estudiantes (13) eligen la opción adecuada y solamente el 13.3% (2 estudiantes) considera que la masa aumentaría.



Respuestas	No. De estudiantes	%
Conservación masa	13	86.6
Masa aumenta	2	13.3

3.2 Evaluación del cuestionario diagnóstico.

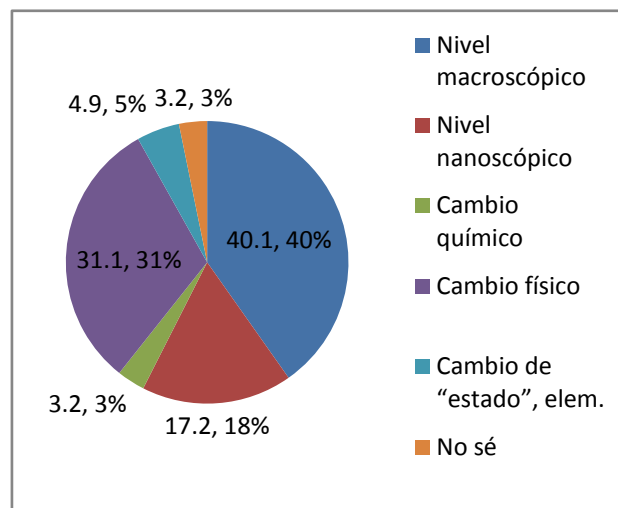
El cuestionario diagnóstico se aplicó como parte inicial de la secuencia didáctica a 122 alumnos; de los cuales 64 pertenecían al grupo 508 del turno matutino de la ENP plantel No. 3 "Justo Sierra", y 58 al grupo 557 del turno vespertino de la ENP plantel No. 9 "Pedro de Alba". Cabe mencionar que el tema de reacción química se abordó dentro de los contenidos de la unidad II y de acuerdo al orden que marca el programa de Química III; la secuencia didáctica se implementó como una herramienta más que contribuya a mejorar la comprensión de este contenido.

Los resultados se muestran a continuación:

Pregunta No. 1 **¿Qué es una reacción química?**, de acuerdo a las características explicadas en la validación del cuestionario, para la primera pregunta; las respuestas se han agrupado de acuerdo al nivel macroscópico o nanoscópico que usan los alumnos en sus explicaciones. Se incluye también los rubros donde se refieren a un cambio químico o un cambio físico; y a un cambio de "estado" en los elementos. Ningún estudiante combino explicaciones macroscópicas y nanoscópicas.

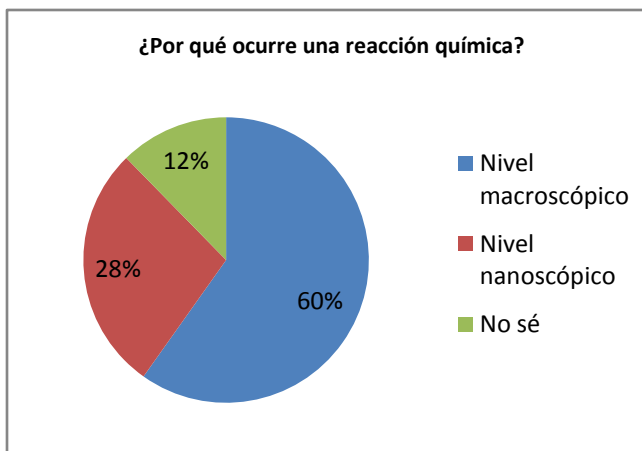
Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	49	40.1
Nivel nanoscópico	21	17.2
Cambio químico	4	3.2
Cambio físico	38	31.1
Cambio de "estado"	6	4.9
No sé	4	3.2

¿Qué es una reacción química?



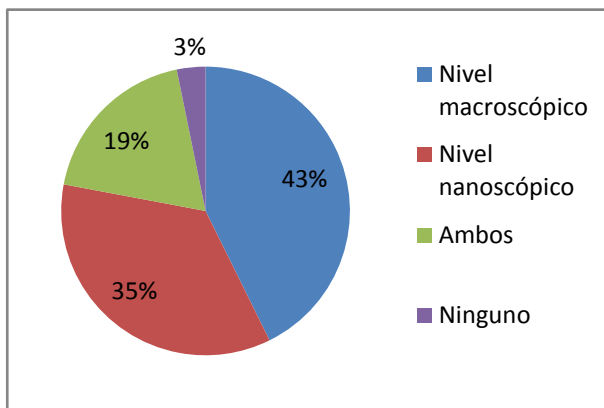
Pregunta No. 2 **¿Por qué ocurre una reacción química?**, las respuestas a nivel macroscópico incluyen: un cambio de ambiente, temperatura, presencia de energía, características de los reactivos, presión, catalizadores, diferencia de propiedades, sustancias opuestas, elementos diferentes, inestabilidad química, etc. Y a nivel nanoscópico: interacción molecular, atracción de electrones, electronegatividad, colisión molecular, ruptura de enlaces y completar el octeto.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	73	59.7
Nivel nanoscópico	34	27.8
No sé	15	12.3



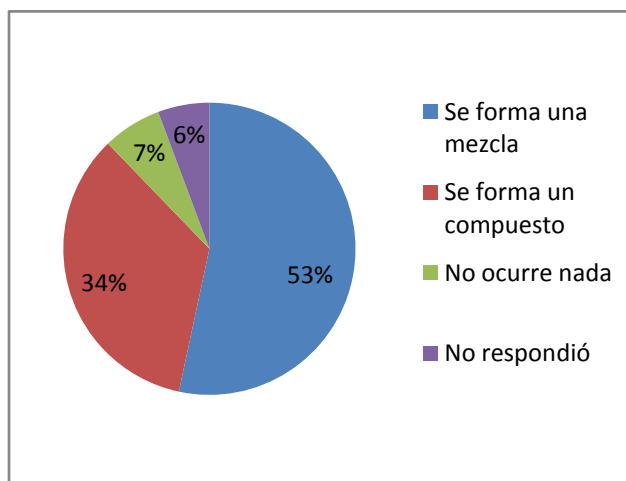
Pregunta No. 3 **¿Qué cambios ocurren cuando se lleva a cabo una reacción química?** A nivel macro mencionan cambios de energía, temperatura, color, olor, sabor; y a nivel nanoscópico cambios moleculares, alteración de enlaces, cambio de estructura atómica y cambio de estructura química.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	52	42.6
Nivel nanoscópico	43	35.2
Ambos	23	18.8
Ninguno	4	3.2



Pregunta No. 4 **¿Qué se obtiene al colocar en un mismo vidrio de reloj limadura de hierro y azufre en polvo?**, aproximadamente la mitad de los estudiantes reconocen que se forma una mezcla; sin embargo prácticamente la otra mitad piensa que se forma un compuesto.

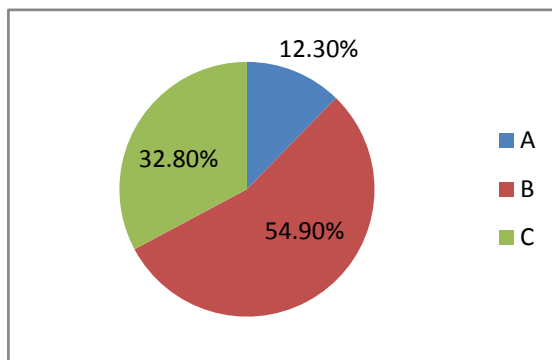
Respuestas	No. de estudiantes	%
Se forma una mezcla	65	53.3
Se forma un compuesto	42	34.4
No ocurre nada	8	6.5
No respondió	7	5.7



Pregunta No. 5 **Corresponde a la representación esquemática de lo ocurrido.**



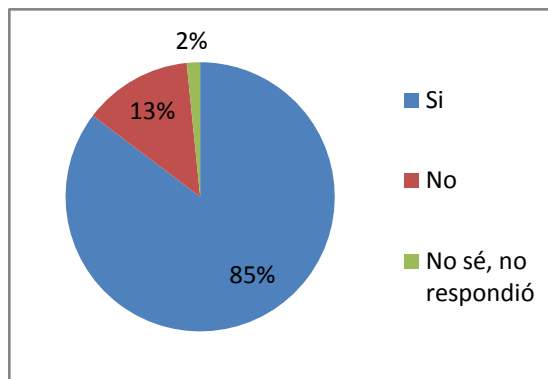
Respuestas	No. de estudiantes	%
A	15	12.3
B	67	54.9
C	40	32.8



Estas respuestas reflejan la dificultad para representar y reconocer nanoscópicamente lo ocurrido macroscópicamente; ya que alrededor del 30% de los estudiantes elige la opción que corresponde a un compuesto, y prácticamente el resto de los estudiantes no sabe si el azufre y el hierro se encuentran en contacto.

Pregunta No. 6 **¿Es posible separar lo obtenido?**

Respuestas	No. de estudiantes	%
Si	104	85.2
No	16	13.1
No sé, no respondió	2	1.6

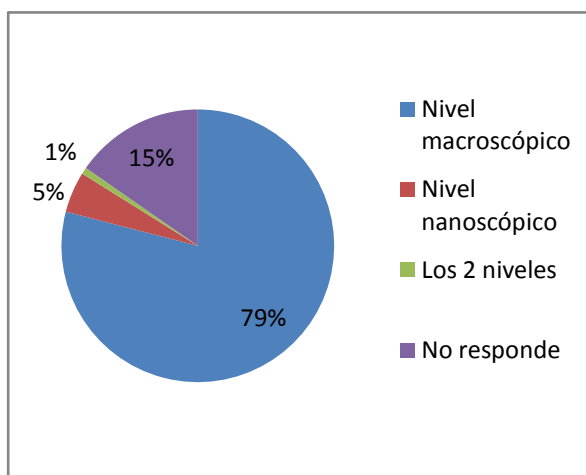


La mayoría de los estudiantes considera que es posible separar la limadura de hierro del azufre y solamente un 13% piensa que no es así, lo que corresponde de manera muy general con los alumnos que piensan que se ha formado un compuesto.

Pregunta No. 7 ¿Por qué sería posible separarlos?

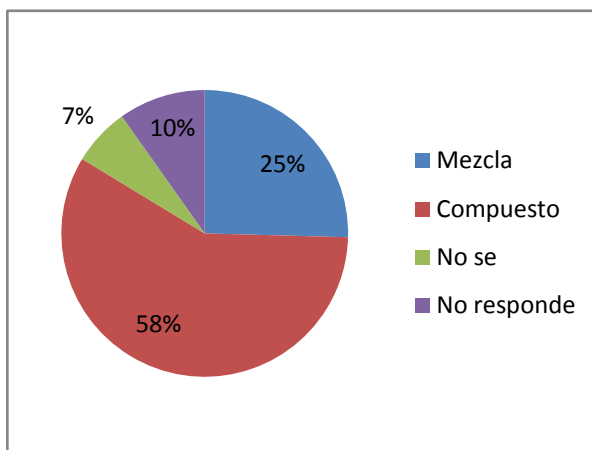
Las respuestas a esta pregunta nuevamente se agruparon por niveles: macroscópico para todas aquellas que consideran que no reaccionan químicamente y solo ocurre un fenómeno físico; las que hacen referencia a una mezcla heterogénea y se ven sus componentes, las que describen el método de separación y a las que mencionan que “reaccionan inversamente”. Dentro del nivel nanoscópico se encuentran aquellas respuestas que consideran que no hay cambio en la estructura molecular, no “hay enlaces” y no se alteran las moléculas.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	96	79.9
Nivel nanoscópico	6	4.9
Los 2 niveles	1	0.8
No responde	19	15.5



Pregunta No. 8 Si se coloca un poco de azufre en polvo y de limadura de hierro en un tubo de ensayo; y éste a su vez se calienta con un mechero por un tiempo determinado, ¿Qué se obtiene?

Respuestas	No. de estudiantes	%
Mezcla	31	25.4
Compuesto	71	58.2
No se	8	6.5
No responde	12	9.8

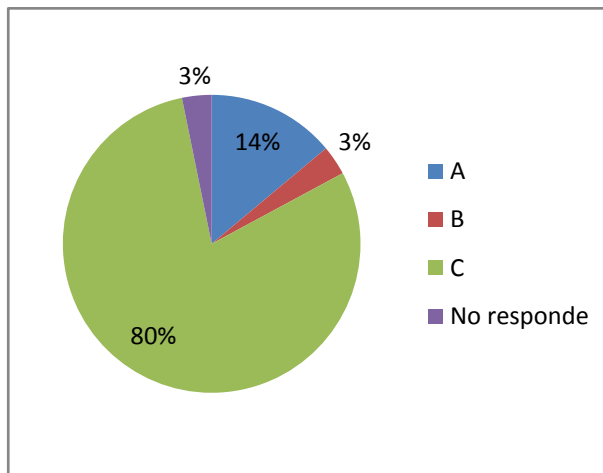


Se observa que más de la mitad de los estudiantes relaciona la intervención del calor con la formación de nuevas sustancias y solo un 25% responde que se formaría una mezcla.

Pregunta No. 9 **Corresponde al esquema que representa correctamente lo obtenido**



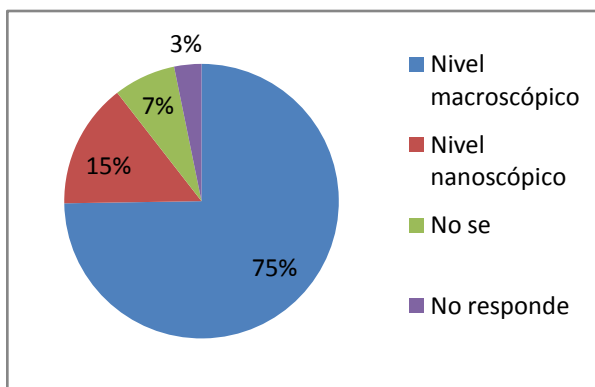
Respuestas	No. de estudiantes	%
A	17	13.9
B	4	3.2
C	97	79.5
No responde	4	3.2



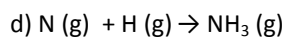
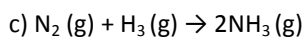
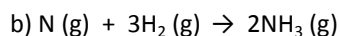
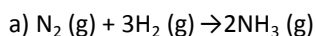
En las respuestas se observa que el 97% de los alumnos elige el esquema correspondiente a un compuesto; lo que concuerda con los resultados obtenidos en la pregunta anterior.

Pregunta No. 10 Escribe el significado de la afirmación **“Al ocurrir una reacción química una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) totalmente diferentes”**. Nuevamente se observan respuestas a nivel macroscópico como: reactivos se transforman en productos, las sustancias “pierden su naturaleza” y cambian sus propiedades, ocurre un cambio químico y se altera la composición inicial de las sustancias. A nivel nanoscópico: cambia la estructura interna de las sustancias, ceden electrones y cambian sus enlaces. Como podemos observar el mayor porcentaje de respuestas se enfocan en el terreno macroscópico.

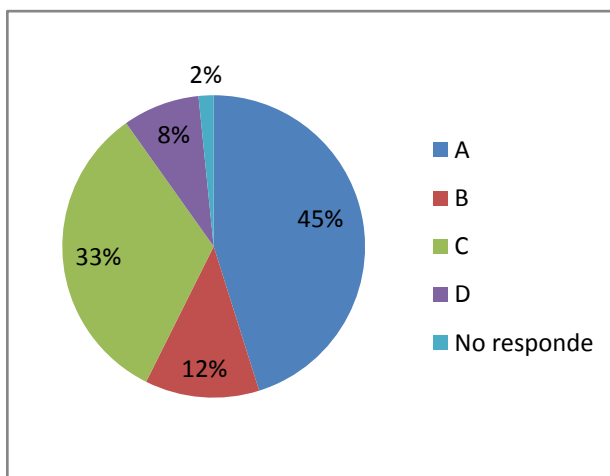
Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	91	74.6
Nivel nanoscópico	18	14.7
No se	9	7.3
No responde	4	3.2



Pregunta No. 11 Es de opción múltiple; se refiere al lenguaje simbólico y balanceo en el proceso de producción de amoníaco, existen cuatro posibles respuestas y solo una es correcta.



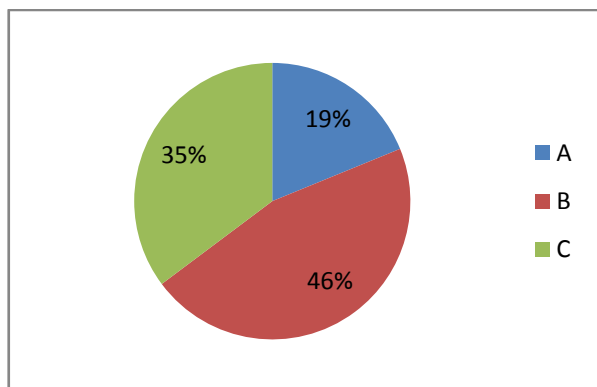
Respuestas	No. de estudiantes	%
A	55	45
B	15	12.2
C	40	32.7
D	10	8.2
No responde	2	1.6



Podemos observar que casi la mitad de los estudiantes elige la opción correcta, lo que indica que tienen un conocimiento previo acerca del balanceo de ecuaciones.

Pregunta No. 12 Corresponde a la conservación de la masa en la reacción entre el sulfato de sodio y cloruro de bario. Las opciones corresponden a la conservación de la masa (B), la disminución (A) y el aumento (C).

Respuestas	No. de estudiantes	%
A	23	18.8
B	56	45.9
C	43	35.2



Se observa que un 46% de estudiantes considera que en las reacciones químicas la masa permanece constante, aunque existe una mayoría que piensa que la masa puede aumentar o disminuir.

3.3 Evaluación de la práctica de laboratorio.

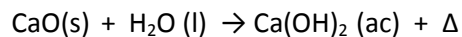
Esta actividad corresponde a un ejercicio práctico donde se retoman, repasan y verifican los conceptos relacionados con el tema de reacción química; además se pretende favorecer el trabajo en equipo, las habilidades motoras finas y gruesas así como la expresión en forma escrita de un fenómeno químico.

Se realizó con un total de 27 equipos de cuatro integrantes, de los cuales 15 pertenecían al grupo 508 del turno matutino de la ENP No. 3 “Justo Sierra” y 12 pertenecían al grupo 557 del turno vespertino de la ENP No. 9 “Pedro de Alba”.

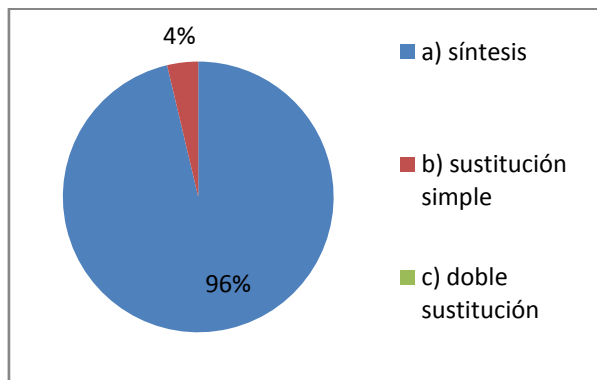
La actividad se titula “Tipos de reacción” incluye la observación de la reacción entre el óxido de calcio y el agua, dicromato de amonio y calor; así como nitrato de plomo y cromato de potasio. A los estudiantes; por equipo, se les pide que anoten sus observaciones y después contesten cuatro preguntas de opción múltiple. También deben esquematizar los fenómenos químicos que observaron, mediante ecuaciones químicas y finalmente que escriban sus conclusiones de la práctica en base a los objetivos. Se les solicitó entregar el reporte de la práctica por escrito y por equipo.

Los resultados para las preguntas de opción múltiple se muestran a continuación:

Pregunta 1. La siguiente ecuación representa una reacción de:

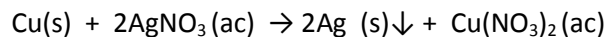


Opción	No. equipos	%
a) síntesis	26	96.3
b) sustitución simple	1	3.7
c) doble sustitución	0	0
d) descomposición	0	0

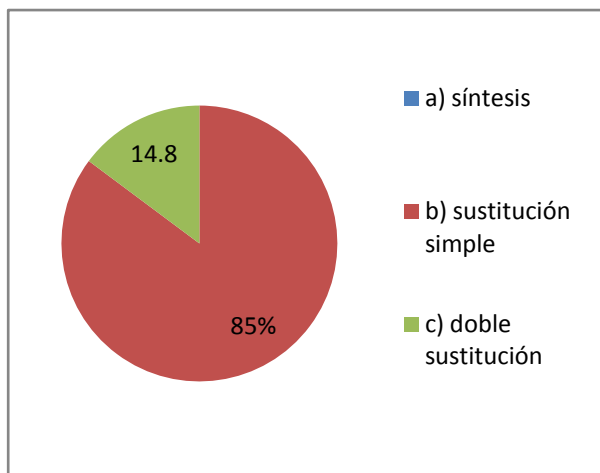


El 96% de los estudiantes sabe identificar una ecuación que representa una reacción de síntesis o formación.

Pregunta 2. La siguiente ecuación representa una reacción de:

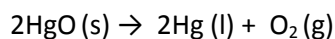


Opción	No. equipos	%
a) síntesis	0	0
b) sustitución simple	23	85.2
c) doble sustitución	4	14.8
d) descomposición	0	0

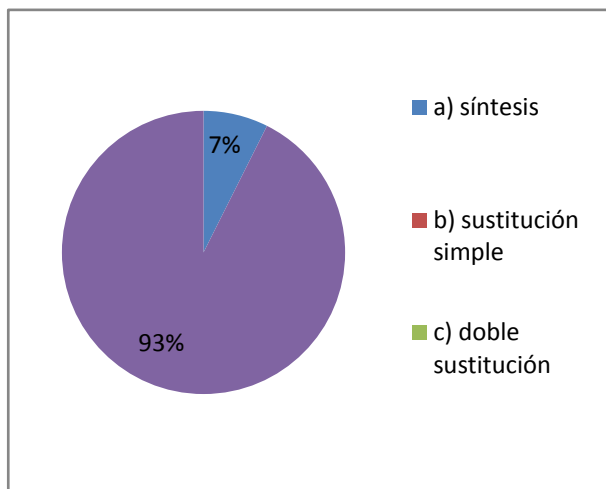


Nuevamente la gran mayoría de alumnos sabe distinguir una ecuación que representa a una reacción de sustitución simple.

Pregunta 3. La siguiente ecuación representa una reacción de:

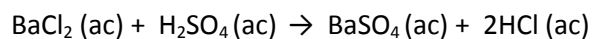


Opción	No. equipos	%
a) síntesis	2	7.4
b) sustitución simple	0	0
c) doble sustitución	0	0
d) descomposición	25	92.6

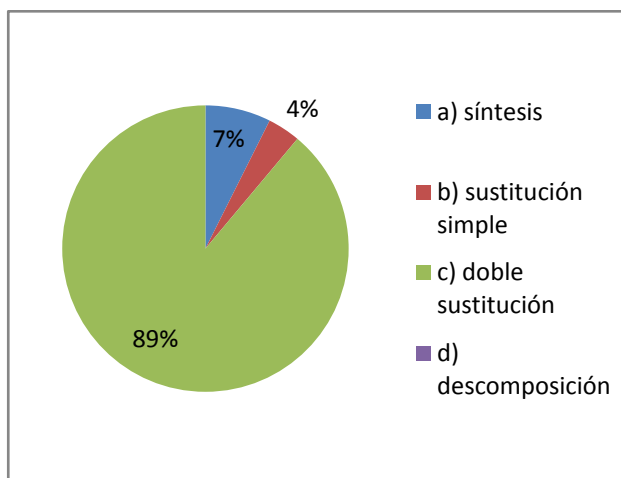


Alrededor del 90% de alumnos reconoce una ecuación que representa una reacción de descomposición.

Pregunta 4. La siguiente ecuación representa una reacción de:



Opción	No. equipos	%
a) síntesis	2	7.4
b) sustitución simple	1	3.7
c) doble sustitución	24	88.9
d) descomposición	0	0



Finalmente las respuestas a esta pregunta corroboran que los estudiantes saben diferenciar ecuaciones que representan diferentes tipos de reacciones químicas, aunque eso no garantiza que comprenden lo que ocurre en ellas.

La evaluación de las observaciones, la escritura de las ecuaciones químicas y de sus conclusiones se realizó mediante los criterios que se encuentran en la Tabla 3:

Tabla 3. Criterios para la evaluación de observaciones realizadas en la experiencia práctica “Tipos de reacciones”.

Criterios	Descriptorios			
Conocimiento y conceptos científicos	Los estudiantes no alcanzan ningún nivel 0	Los estudiantes son capaces de recordar cierta información pero no son capaces de aplicarla para explicar la actividad experimental. 1	Los estudiantes muestran comprensión de los conceptos y pueden aplicarlos para tratar de explicar la actividad experimental 2	Los estudiantes muestran buenos conocimientos globales y comprensión de conceptos. Pueden aplicarlos en cada una de las situaciones experimentales 3
Conclusiones	Los estudiantes no alcanzan ningún nivel 0	Los estudiantes hacen una justificación de su trabajo y sus dificultades 1	Los estudiantes incluyen en la conclusión una justificación relacionada con los objetivos y comentan sobre las dificultades del trabajo 2	Los estudiantes incluyen en la conclusión una justificación relacionada con los objetivos y hacen sugerencias para mejorar el trabajo experimental 3
Comunicación de su conocimiento	Los estudiantes no alcanzan ningún nivel 0	Los estudiantes son capaces de reconocer el lenguaje científico básico, pero no muestran habilidad para presentar su información de forma clara 1	Los estudiantes son capaces de reconocer el lenguaje científico y utilizarlo para expresar sus ideas, aunque utilizan más el lenguaje coloquial. 2	Los estudiantes son capaces de emplear el lenguaje científico y coloquial para presentar y expresar su información, de forma clara. 3

Los resultados obtenidos en este rubro se muestran en Tabla 4:

Tabla 4. Resultados de las observaciones realizadas en la experiencia práctica “Tipos de reacciones”.

Criterio	Nivel máximo	No. equipos	%
Conocimiento y conceptos científicos	2	18	66.6
Conclusiones	2	16	59.2
Comunicación de su conocimiento	1	22	81.5

Total de equipos: 27

En esta tabla podemos observar que solo dieciocho de los veintisiete equipos logran utilizar los conceptos científicos para tratar de explicar la actividad experimental y solo un poco más de la mitad incluye en sus conclusiones una justificación relacionada con los objetivos de la práctica. Ningún equipo logra aplicar adecuadamente sus conocimientos en cada una de las situaciones experimentales y tampoco es capaz de utilizar el lenguaje científico para presentar y explicar la información obtenida de forma clara.

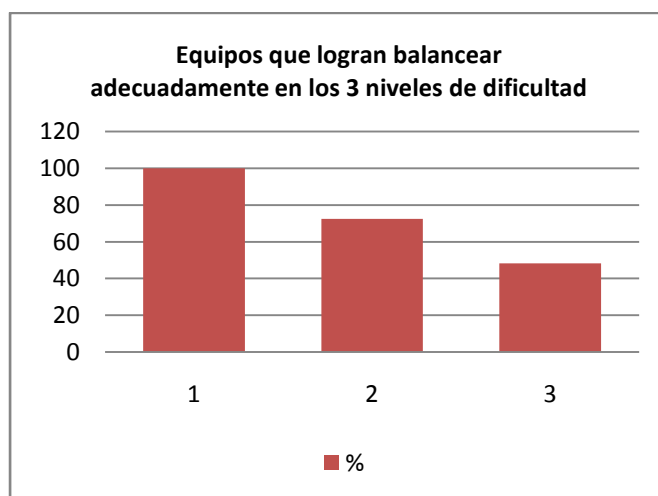
3.4 Evaluación del uso del simulador PhET “Balanceando ecuaciones químicas”

La evaluación del uso del simulador de la Universidad de Colorado se llevo a cabo en dos partes, la primera se realiza al mismo tiempo que se utiliza el simulador y forma parte del diseño del mismo. Consiste en que después de familiarizarse con el uso del simulador, se les pide a los usuarios que jueguen a balancear diferentes ecuaciones que les van apareciendo según vayan avanzando en el juego. Cabe mencionar que conforme avanzan aumenta el grado de dificultad y esto se representa con tres niveles. A continuación se muestran las pantallas (*Anexo 4*) y se da una breve descripción de cómo los alumnos pueden interactuar con el simulador.

Para el caso de la secuencia didáctica, la primera parte de la evaluación consistió en asistir a los laboratorios de ciencias y hacer uso del simulador en equipos de cuatro personas (diez y seis equipos de la ENP 3 y trece de la ENP 9). Para ello se dividió al grupo en dos secciones de máximo 32 alumnos y cada sección fué atendida por un profesor. Se utilizó el simulador y se asignó una calificación del 0 al 10 de acuerdo al número de ecuaciones que pudieron balancear (10 por cada nivel) por equipos durante la sesión (50min) en el laboratorio.

Los resultados muestran que la mínima calificación obtenida por los 29 equipos que participaron en la actividad es de siete y en el nivel máximo de dificultad. Solamente tres equipos la obtuvieron. En el nivel uno o con menor grado de dificultad, todos los equipos lograron balancear adecuadamente las diez ecuaciones. En el nivel de mayor dificultad ocho de los 29 equipos falló en el balanceo de una de las ecuaciones, cuatro equipos en dos de ellas y tres en tres de ellas. En el nivel intermedio cinco de los 29 equipos no lograron balancear una de las ecuaciones y tres fallaron en dos de ellas.

Nivel de dificultad	Número de equipos que balanceo adecuadamente	%
1	29	100
2	21	72.4
3	14	48.2



Total 29 equipos

Nivel 2

Calificación	No. de equipos	%
10	21	72.4
9	5	17.2
8	3	10.3

Nivel 3

Calificación	No. de equipos	%
10	14	48.2
9	8	27.6
8	4	13.8
7	3	10.3

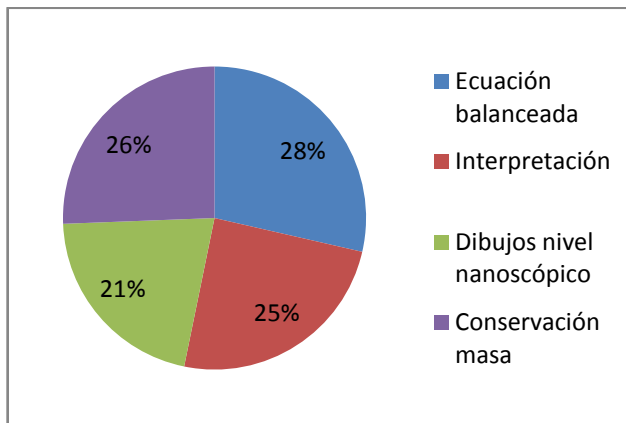
Total 29 equipos

La segunda parte de la evaluación fue un trabajo en parejas, que se dejó para desarrollar en casa que consistió en responder un cuestionario-ejercicio impreso y propuesto por la I.Q Olimpia Eunice Martínez Vásquez, profesora titular de la Universidad de San Carlos de Guatemala y que se encuentra disponible en la dirección electrónica del simulador (2012). En este cuestionario la primera parte corresponde a las instrucciones y uso del simulador. La segunda y tercera parte del cuestionario fueron las que se tomaron en cuenta para la evaluación y el trabajo para casa. En esta actividad se evaluaron tres preguntas (13, 14 y 15), las dos primeras consisten en escribir las ecuaciones químicas balanceadas para la descomposición del agua y la combustión del metano respectivamente, e interpretarlas usando como referencia lo realizado en el simulador. La última pregunta requiere que calculen la masa total de reactivos y productos para cada una de las ecuaciones. Los estudiantes pudieron acceder al simulador en cualquier momento, si así lo deseaban ya que es de uso libre y gratuito.

Los resultados para esta actividad se presentan a continuación, para lo cual se tomó en cuenta: el número de parejas que lograron escribir la ecuación balanceada; escribir la interpretación de la misma desde el punto de vista del lenguaje simbólico; hacer la representación con dibujos de los cambios ocurridos a nivel nanoscópico y calcular adecuadamente la masa de reactivos y productos.

En esta segunda parte de la evaluación 58 parejas de alumnos (116 alumnos en total) entregaron el ejercicio, cabe mencionar que para poder hacer dicha entrega el requisito era haber asistido a la sesión en el laboratorio de ciencias.

Variables	No. parejas	%
Ecuación balanceada	58	100
Interpretación	50	86.2
Dibujos nivel nanoscópico	43	74.1
Conservación masa	52	89.6



3.5 Evaluación del video elaborado por los alumnos.

Esta actividad consistió en la elaboración de un video por parte de los alumnos, en el que explicaron el balanceo de una ecuación química. Su realización constó de dos partes, en la primera parte los alumnos trabajaron en equipos de 4 ó máximo 5 personas dentro del salón de clases, balanceando una ecuación asignada por el profesor.

Las acciones que se solicitaron fueron las siguientes:

1. Balancear la ecuación en su cuaderno.
2. Al terminar escribir en el pizarrón la ecuación balanceada.
3. Utilizar post-it de colores para representar a cada uno de los átomos que forman a los diferentes compuestos. Siguiendo el código de colores que el equipo decidiera, siempre y cuando fuera únicamente un color para un tipo de átomo.
4. Primero se representaron los reactivos, al terminar con los mismos post-it utilizados en los reactivos se tuvieron que formar los productos. Es decir fue necesario despegar, reorganizar y volver a pegarlos pero ahora en los productos.
5. Esta última acción fué observada y evaluada por el profesor.

6. Con el visto bueno se le autorizaba al equipo para que realizara su video, lo que representó la segunda parte de la actividad.

En la segunda parte los alumnos elaboraron su video por equipo, con los mismos integrantes con los que trabajaron en clase. Se les solicitó que realizaran su video de “balanceo de ecuaciones” utilizando la ecuación que balancearon en clase, y que explicaran la transformación de reactivos en productos por medio de los post-it. Además de que era necesario que se explicara el proceso. El video no debería durar más de 5 minutos, y ellos podían utilizar su creatividad en cuanto a musicalización, edición, etc. Este trabajo se entregó al profesor en un DVD.

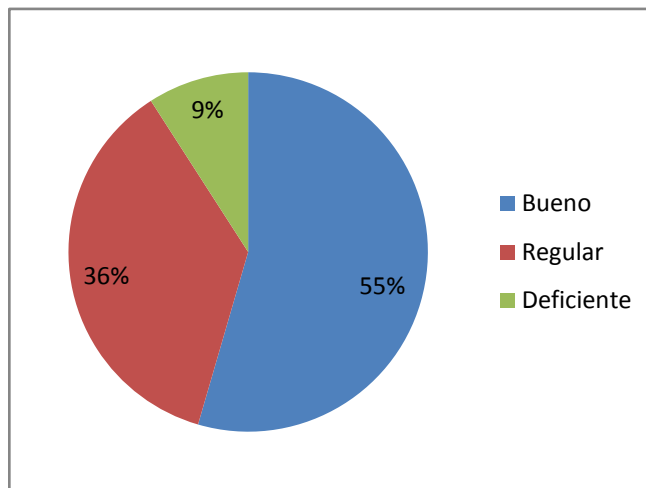
Se obtuvieron doce DVD's del grupo 508 del turno matutino de la ENP No. 3 “Justo Sierra” y diez del grupo 557 del turno vespertino de la ENP No. 9 “Pedro de Alba”. Para la evaluación del video se utilizó la rúbrica que se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Evaluación del video elaborado por los alumnos “balanceando ecuaciones químicas”

Nivel de desempeño			
Criterios	Bueno 10 pts	Regular 6 pts	Deficiente 2.5 pts
Duración	Se apega al tiempo establecido 1.5 pts	Esta a +/- 2 min de lo establecido 1.0 pto	No cumple con el tiempo establecido 0.5 pts
Contenido	*Abarca cada uno de los puntos temáticos requeridos *Usa adecuadamente el lenguaje asociado a las ecuaciones químicas 4.0 pts	*Abarca los puntos requeridos pero no usa adecuadamente el lenguaje o lo usa deficientemente. (existe confusión en términos) 2.0 pts	*No abarca los puntos requeridos *Uso inadecuado del lenguaje 1.0pto
Originalidad	Es completamente autentico 1.5 pts	Está basado en ideas ya existentes 1.0 pto	Es una copia de otra idea o trabajo 0 pts
Audio	La calidad del audio es: *Clara *Volumen adecuado 1.5 pts	La calidad del audio es: *Parcialmente clara *El volumen varia de forma notoria e impide la comprensión 1.0 pto	La calidad del audio es: *De poca claridad *Volumen insuficiente, no existe comprensión 0.5 pts
Calidad de imagen	La imagen es: *Clara y bien definida *Con secuencia lógica y edición apropiada 1.5 pts	La imagen es: *Clara en la mayoría de las escenas o secciones *Existe secuencia lógica pero la edición es muy básica. 1.0 pto	La imagen es: *Poco clara *No hay secuencia lógica o bien no hay edición. 0.5 pts

Los resultados muestran que de los 22 videos recibidos solamente dos se ubican en el criterio de deficiente y doce cumplen con el criterio de bueno o con la obtención de los diez puntos de calificación. En la tabla se muestran los porcentajes obtenidos:

Criterio	No. de videos	%
Bueno	12	54.5
Regular	8	36.4
Deficiente	2	9.1

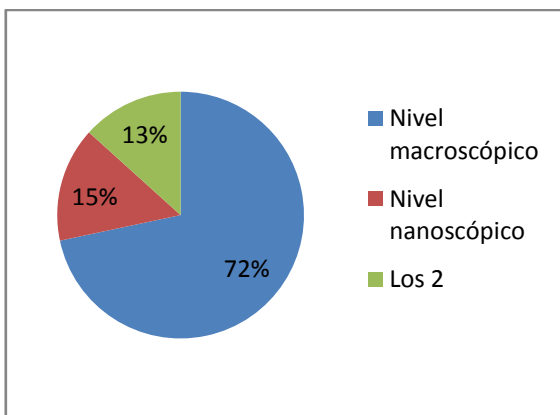


Total 22 videos

3.6 Evaluación del cuestionario de salida o final.

El cuestionario diagnóstico se volvió a aplicar al final de la secuencia didáctica a 120 alumnos de la ENP, como un cuestionario de salida; con el objetivo de comparar las respuestas obtenidas antes y después de aplicar la secuencia didáctica. Los resultados se muestran a continuación:

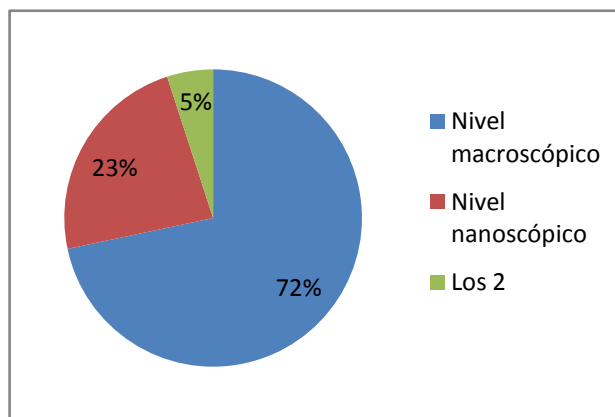
Pregunta No. 1 **¿Qué es una reacción química?**, los resultados se agrupan nuevamente a nivel macroscópico para las respuestas que corresponden a una transformación de reactivos en productos, un fenómeno químico, un cambio donde se altera la composición química de la materia y se forman nuevas sustancias. A nivel nanoscópico las respuestas que se refieren a un cambio en las moléculas y a la ruptura y formación de enlaces con intervención de la energía. Cabe señalar que en comparación con el diagnóstico, aparece un porcentaje de estudiantes capaces de combinar en sus explicaciones los niveles macroscópico y nanoscópico.



Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	86	71.6
Nivel nanoscópico	18	15
Los 2	16	13.3

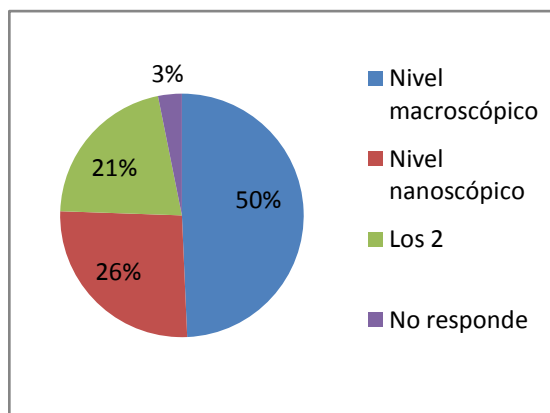
Pregunta No. 2 **¿Por qué ocurre una reacción química?** A nivel macroscópico incluyen: por una liberación y absorción de energía, una combinación de elementos y un aumento de temperatura. A nivel nanoscópico corresponden a respuestas como un reacomodo de átomos, una interacción molecular, un cambio en los e- y en los estados de oxidación. Al igual que en la pregunta anterior aparecen alumnos que combinan niveles de explicación, además aumenta el número de estudiantes que dan explicaciones macroscópicas a lo observado.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	86	71.6
Nivel nanoscópico	28	23.3
Los 2	6	5



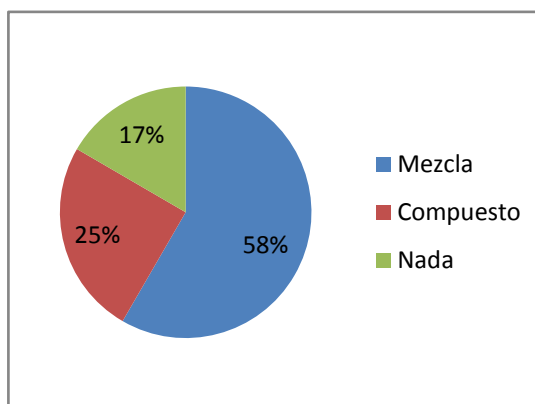
Pregunta No. 3 **¿Qué cambios ocurren cuando se lleva a cabo una reacción química?** A nivel macro se encuentran respuestas como: efervescencia, cambios de temperatura, cambios de color, cambios químicos. A nivel nano: cambios en la estructura molecular y en los enlaces.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	60	50
Nivel nanoscópico	32	26.6
Los 2	26	21.6
No responde	2	3.2



Pregunta No. 4 **¿Qué se obtiene al colocar en un mismo vidrio de reloj limadura de hierro y azufre en polvo?**, casi el 60% de los estudiantes considera que se formará una mezcla y solamente alrededor de un 20% un compuesto.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Mezcla	70	58.3
Compuesto	30	25
Nada	20	16.6



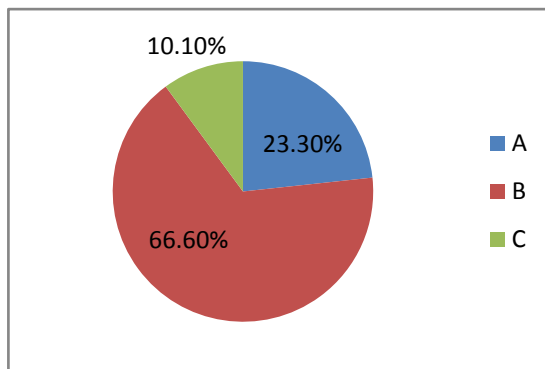
Con respecto al cuestionario diagnóstico se observa que disminuye el porcentaje de estudiantes que considera que se formará un compuesto.

Pregunta No. 5 **Corresponde a la representación esquemática de lo ocurrido.**



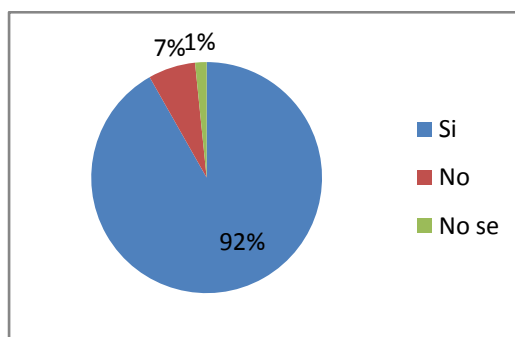
El porcentaje de alumnos que piensa que se formara un compuesto corresponde de manera general con el que lo elige esquemáticamente. Sin embargo aunque la mayoría piensa que solo ocurrirá una mezcla se les sigue dificultando la representación esquemática. Con respecto al diagnóstico se observa un aumento de respuestas B.

Respuestas	No. de estudiantes	%
A	28	23.3
B	80	66.6
C	12	10.1



Pregunta No. 6 **¿Es posible separar lo obtenido?**, la mayoría coincide en que si sería posible separar lo obtenido. Con respecto al diagnóstico se observa una ligera disminución del porcentaje de estudiantes que considera que no sería posible separarlos.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Si	110	91.6
No	8	6.6
No se	2	1.6

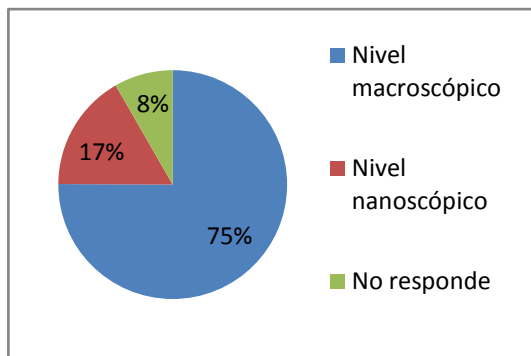


Pregunta No. 7 **¿Por qué sería posible separarlos?**

Las respuestas a esta pregunta nuevamente se agruparon por niveles: macroscópico para todas aquellas que consideran que no cambiaron sus propiedades y no están unidas químicamente, y las que mencionan o describen el método de separación. Nanoscópico para las que consideran que no hubo un cambio en la estructura molecular y no hubo intercambio de e-.

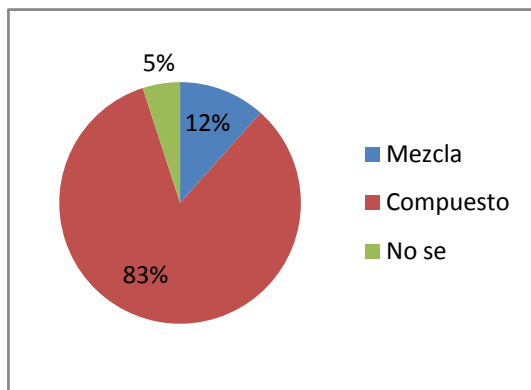
Con respecto a los resultados del diagnóstico, aunque el porcentaje a nivel macroscópico es muy similar; aumenta el porcentaje de estudiantes que pueden dar explicaciones nanoscópicas a fenómenos químicos.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	90	75
Nivel nanoscópico	20	16.6
No responde	10	8.3



Pregunta No. 8 Si se coloca un poco de azufre en polvo y de limadura de hierro en un tubo de ensayo; y éste a su vez se calienta con un mechero por un tiempo determinado, ¿Qué se obtiene?, nuevamente se observa que los estudiantes tienen conciencia acerca de la participación del calor en la formación del FeS, por lo que el 83% responde de forma adecuada.

Respuestas	No. de estudiantes	%
Mezcla	14	11.6
Compuesto	100	83.3
No se	6	5



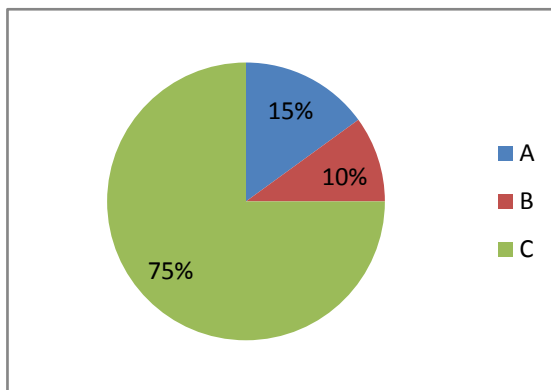
A demás comparando con el diagnóstico, aumenta el porcentaje de estudiantes que considera que se forma un compuesto.

Pregunta No. 9 Corresponde al esquema que representa correctamente lo obtenido



Las respuestas obtenidas corresponden con los resultados de la pregunta anterior; ya que alrededor del 75% eligió el esquema correspondiente a un compuesto.

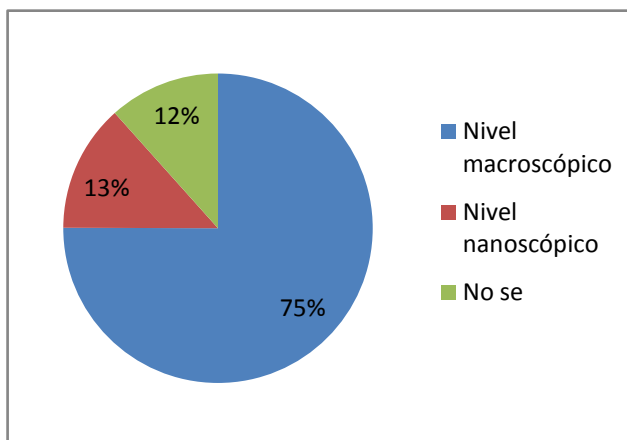
Respuestas	No. de estudiantes	%
A	18	15
B	12	10
C	90	75



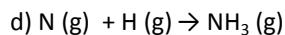
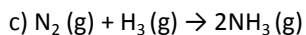
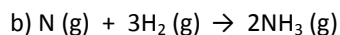
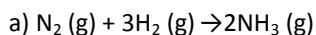
Pregunta No. 10 Escribe el significado de la afirmación **“Al ocurrir una reacción química una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) totalmente diferentes”**. Nuevamente se observan respuestas a nivel macroscópico como: reactivos se transforman en productos, existe un reacomodo de elementos y cambian las propiedades de las sustancias. A nivel nanoscópico solamente se mencionaron respuestas como: existe un reacomodo de átomos.

Estos resultados son muy similares a los obtenidos en el diagnóstico.

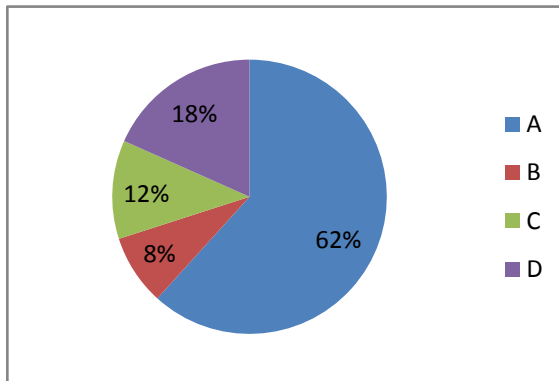
Respuestas	No. de estudiantes	%
Nivel macroscópico	88	74.9
Nivel nanoscópico	16	13.3
No se	14	11.6



Pregunta No. 11 Es de opción múltiple; se refiere al lenguaje simbólico y balanceo en el proceso de producción de amoníaco, existen cuatro posibles respuestas y solo una es correcta.



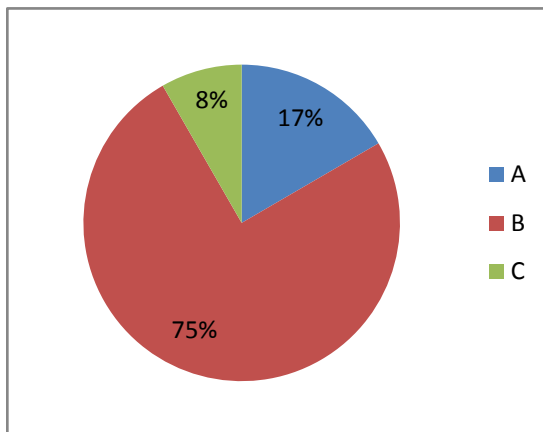
Respuestas	No. de estudiantes	%
A	74	61.6
B	10	8.3
C	14	11.6
D	22	18.3



Más de la mitad responde adecuadamente y con respecto al diagnóstico el porcentaje de respuestas correctas aumenta significativamente.

Pregunta No. 12 Corresponde a la conservación de la masa en la reacción entre el sulfato de sodio y cloruro de bario. Las opciones corresponden a la conservación de la masa (B), la disminución (A) y el aumento (C).

Respuestas	No. de estudiantes	%
A	20	16.6
B	90	75
C	10	8.3



Un 75% de alumnos sabe que en los cambios químicos la masa se conserva, a demás este porcentaje también mejora significativamente con respecto a lo observado en el diagnóstico.

3.7 Análisis de resultados

Considerando que para lograr una mejor comprensión del tema “reacción química” es conveniente abordar los conceptos transitando por los tres niveles de la Química; macroscópico, nanoscópico y del lenguaje simbólico (Russell et al 1997), se llevó cabo el análisis de los resultados obtenidos tratando de seguir con esta propuesta.

De la validación del cuestionario diagnóstico con los estudiantes podemos observar que; en cuanto a las tres primeras preguntas que pretenden indagar el significado que tiene para los alumnos el término “reacción química”, ninguno de los estudiantes logra incorporar simultáneamente en sus explicaciones los cambios que ocurren a nivel macroscópico y nanoscópico. Alrededor del 70% de los estudiantes basa sus explicaciones únicamente en los cambios que ocurren a nivel macroscópico, es decir los que corresponden al nivel sensorial; cambios de color, desprendimiento de gas, apariencia física, etc. Únicamente un 30% utiliza en sus explicaciones términos que corresponden a los cambios a nivel nanoscópico; formación de enlaces, transferencia de electrones, etc, lo que concuerda con lo reportado en la literatura (Kind V. 2004).

También se observa que más del 50% de los estudiantes que participaron en la validación tiene conocimiento de que la simple combinación de limadura de Fe y S en polvo conduce a la formación de una mezcla heterogénea; además de que aproximadamente la misma cantidad de alumnos es capaz de identificar adecuadamente este fenómeno mediante un esquema. Así mismo reconocen que estas sustancias pueden ser separadas y argumentan que no hay reacción entre ellas. Resulta importante resaltar que existe un 30% que considera que no ocurre “nada”; es decir que piensa que las sustancias están juntas pero que no se encuentran en contacto, lo cual puede deberse a la forma en la que está planteada la pregunta y/o a la falta de comprensión de la naturaleza discontinua de la materia.

Por otro lado, como era de esperarse, el 80% de los estudiantes sabe que al colocar limadura de Fe y S en polvo dentro de un tubo de ensayo y calentarlo durante algún tiempo, se obtiene un

compuesto; y por supuesto son capaces de identificar esquemáticamente este fenómeno. Este resultado nos sugiere que conocen la importancia de la energía involucrada en las reacciones químicas. Aún con estos resultados cuando se les pide que expliquen con sus palabras qué significado tiene el decir que: “reactivos se transforman en productos”; se observa que el no comprender que los cambios macroscópicos que ocurren durante una reacción química son originados por cambios a nivel nanoscópico que incluyen la ruptura y formación de enlaces, no les permite incorporar ambos niveles en sus explicaciones. En contraste todos los estudiantes de la validación conocen el lenguaje simbólico y el balanceo de ecuaciones químicas; y la mayoría es capaz de reconocer la conservación de la masa en los fenómenos químicos. Sin embargo esto pone de manifiesto que matemáticamente se comprenden las ecuaciones químicas, pero conceptualmente se sigue presentando confusión en cuanto a la identidad de las sustancias y la reorganización molecular y atómica en las reacciones químicas.

En cuanto a la evaluación diagnóstica en los alumnos del 5º año de bachillerato de la ENP los resultados son similares a los obtenidos en la validación, ya que en las tres primeras preguntas ningún estudiante es capaz de incorporar simultáneamente en sus explicaciones los niveles macroscópico y nanoscópico. Sus resultados se limitan a uno de los dos niveles; y principalmente al nivel macroscópico (40%), además aparece la respuesta “no se” aunque en porcentaje mínimo. Al igual que los estudiantes que participaron en la validación más del 50% sabe que la simple combinación de limadura de Fe y S en polvo conduce a la formación de una mezcla; aunque en el caso particular de los alumnos de bachillerato contribuye a este resultado el que con anterioridad realizaron una práctica de laboratorio titulada “mezclas y compuestos” y trabajaron con estas sustancias. Cabe mencionar que aún así alrededor del 30% piensa que esta combinación produce un compuesto y solo un 6% que no ocurre nada. En torno a si son capaces de representar lo ocurrido con un esquema y de si es posible separar las sustancias, los resultados son consistentes con las preguntas anteriores; ya que se observa que más del 50% elige el esquema que representa una mezcla y el 80% considera que es posible separar los componentes. En cuanto a la formación de un compuesto cuando se le aplica calor a la mezcla anterior, más del 50% de los estudiantes sabe identificarlo y representarlo con un esquema.

En comparación con los estudiantes de la validación solo el 40% de los alumnos del bachillerato conoce y maneja adecuadamente el lenguaje simbólico, el balanceo de ecuaciones y la conservación de la masa en los fenómenos químicos; y como era de esperarse en cuanto al

manejo matemático de las ecuaciones químicas, los estudiantes que participaron en la validación presentan ventaja.

Con el ejercicio práctico o práctica de laboratorio titulada “tipos de reacciones” se pretende construir el concepto de reacción química a partir de la formación de “nuevas sustancias” además de incluir el lenguaje simbólico y el lenguaje propio de la química. En el análisis de las respuestas y conclusiones que presentan cada uno de los equipos se observa que son capaces de identificar y clasificar diferentes tipos de reacciones químicas aun cuando sean distintas a las que manipularon en la práctica, lo que se considera concuerda con lo observado en el cuestionario diagnóstico en cuanto al manejo matemático de las ecuaciones químicas, sin embargo cuando se les pide que expliquen con sus propias palabras los fenómenos observados y que elaboren sus conclusiones, se observa que en general muestran cierta comprensión del concepto y que lo tratan de incluir en sus conclusiones; pero no son capaces de expresar sus ideas de forma clara y con un lenguaje científico. Cabe señalar que los resultados obtenidos corresponden al trabajo en equipo, de tal forma que esto no permite que se encuentren en el nivel cero de los descriptores de la rúbrica utilizada, en donde no alcanzarían ningún nivel del conocimiento y manejo de la información. Aunque tampoco alcanzan el nivel máximo (3) que pretende una comprensión global de los conocimientos, su manejo y su adecuada comunicación. Más de la mitad de los equipos, el 66% muestra comprensión en cuanto a la transformación de unas sustancias en otras nuevas, sin embargo el 80% no es capaz de comunicar adecuadamente sus conocimientos. Esto sugiere que como profesores también se debe poner particular énfasis en el uso del lenguaje propio de la química y en el manejo y comunicación del método científico.

El uso del simulador pHET “balanceando ecuaciones químicas” permite visualizar a nivel nanoscópico y con el uso de modelos las ecuaciones químicas. También les permite balancear las ecuaciones interactuando con los coeficientes y subíndices a ambos lados de la ecuación. En la primera parte podemos observar que después de familiarizarse con el uso del simulador el 100% de los equipos es capaz de balancear adecuadamente las ecuaciones más sencillas que se les presentan y al avanzar el grado de dificultad solo el 50% logra hacerlo adecuadamente. En cuanto al trabajo que se realiza por parejas y en casa observamos que nuevamente el 100% es capaz de balancear adecuadamente las ecuaciones, aunque solo el 80% es capaz de explicarlas incluyendo los términos utilizados en el lenguaje simbólico (dos mol de agua y electricidad producen dos mol de hidrógeno molecular y un mol de oxígeno molecular) y solo un 74% usa adecuadamente el

modelo de partículas en sus dibujos para representar lo ocurrido a nivel nanoscópico. Aunque estos porcentajes van en descenso muestran que la utilización de las TIC contribuye al desarrollo y comprensión de este tipo de temas ya que más del 70% logra completar las actividades de forma adecuada. En cuanto a la conservación de la masa en las reacciones químicas el 90% de las parejas es capaz de calcular adecuadamente la masa en reactivos y productos, lo que muestra que matemáticamente pueden llevar a cabo cálculos estequiométricos mol-g; sin embargo la meta es que esto les ayude a comprender mejor la reorganización de átomos y moléculas en los fenómenos químicos.

La elaboración del video por parte de los alumnos permite observar qué tanto han comprendido que la formación de nuevas sustancias involucra una reorganización atómica y por lo tanto una ruptura y formación de enlaces. Aunado a esto los estudiantes tienen oportunidad de mostrar su creatividad, su capacidad de trabajo en equipo y de comunicación adecuada de sus conocimientos utilizando un lenguaje científico claro y sencillo. La rúbrica utilizada nos permite observar que el 54% de los estudiantes son capaces de usar adecuadamente el lenguaje asociado a las reacciones químicas y que solamente el 36% presenta confusión entre mol (coeficientes) y átomos y moléculas (subíndices). El manejo del lenguaje asociado a las ecuaciones químicas requiere la comprensión del concepto de reacción química, además del de mol como cantidad de sustancia, por lo que el porcentaje alcanzado se considera satisfactorio.

La evaluación del cuestionario de salida muestra que con las actividades realizadas durante la aplicación de la secuencia didáctica; ya hay estudiantes (13%) que son capaces de explicar qué es una reacción química utilizando simultáneamente en sus justificaciones los niveles macroscópico y nanoscópico, y el 21% es capaz de describir estos cambios.

En cuanto a la identificación de cuando ocurre la formación de una mezcla y si la combinación de Fe y S lo es; se conservan los porcentajes obtenidos en el cuestionario diagnóstico, sin embargo el porcentaje aumenta del 58% al 83% en la identificación de la formación de un compuesto. Aunado a ello aumenta en 18 puntos porcentuales los estudiantes que son capaces de identificar una ecuación química escrita y balanceada correctamente. Por último también aumenta del 45% al 75% los estudiantes que logran comprender la conservación de la masa en las reacciones químicas.

En general podemos decir que la aplicación de la secuencia didáctica permite identificar avances en la comprensión de este tema central de la Química, pero también nos muestra los puntos que requiere que se les de especial seguimiento, tal es el caso de los conocimientos previos acerca de mezclas y compuestos, y conocimientos paralelos como el de cantidad de sustancia; así como avanzar más allá del manejo matemático de las ecuaciones químicas y la forma en que se expresan los conocimientos adquiridos utilizando un lenguaje científico sencillo y adecuado.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

La elaboración y aplicación de la secuencia didáctica para el tema “*reacción química*” con estudiantes de 5° año de Bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria, nos permitió observar que hubo un avance en cuanto a la incorporación de los tres niveles de la Química en las explicaciones que los estudiantes dan a este fenómeno, lo que se registra como una mejora en la comprensión de este tema. En este sentido es importante resaltar que al finalizar el trabajo realizado en la secuencia didáctica aparece un porcentaje de estudiantes (5%-22%) que es capaz de incorporar y combinar en sus explicaciones los niveles macroscópico y nanoscópico; como respuesta a las preguntas: ¿qué es una reacción química?, ¿por qué ocurre? y ¿qué cambios están se presentan?.

Aunado a lo anterior el avance que se presenta en la identificación de la formación de un compuesto y su representación esquemática, muestra que también mejora su comprensión de la reorganización atómica y la formación de nuevas sustancias durante un fenómeno químico, situación que se ve reflejada en el porcentaje de alumnos que identifican correctamente una ecuación balanceada (60%) y comprenden la conservación de la masa en las reacciones químicas (70%).

La sociedad del conocimiento pone énfasis en la diversidad cultural y lingüística; en las diferentes formas de conocimiento y cultura que intervienen en la construcción de las sociedades, la cual se ve influida, por supuesto, por el progreso científico y técnico moderno. De esta manera, las TIC apoyan al profesor en el desarrollo de nuevas prácticas de enseñanza y la creación de ambientes de aprendizajes dinámicos y conectados, que permiten a estudiantes y maestros:

- Acceder a programas que simulan fenómenos, permiten la modificación de variables y el establecimiento de relaciones entre ellas.
- Diversificar las fuentes de información.
- Crear sus propios contenidos digitales utilizando múltiples formatos (texto, audio y video).
- Atender la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje

De tal forma que el uso de las TIC dentro de la secuencia resultó de gran ayuda para visualizar las reacciones químicas en su lenguaje simbólico, en su representación usando el modelo de partículas o de bolas y en la conservación de la masa. También les permitió

a los estudiantes mejorar su capacidad de trabajo en equipo y de forma colaborativa; situación que se vio reflejada en la obtención de un video elaborado por ellos mismos y como producto de su esfuerzo y creatividad para mejorar su comprensión de este tema central de la Química.

En contraste, este trabajo también pone de manifiesto la capacidad disminuida de los estudiantes para utilizar modelos conceptuales, proporcionar explicaciones, comunicar sus resultados y argumentos durante la observación de un fenómeno químico; situación que concuerda con los resultados obtenidos en pruebas internacionales (PISA para México 2009), y esta situación también es una de las causas que impiden monitorear adecuadamente el avance en la comprensión de un determinado tema. Por ello es necesario fomentar el uso adecuado del lenguaje para la comunicación de ideas argumentos y resultados. Los profesores de Química debemos contribuir a alcanzar una mejora en las aptitudes y habilidades de lectura y escritura de nuestros estudiantes; con la finalidad de mejorar también su desempeño académico y su desarrollo en el ámbito científico. Así mismo debemos considerar que las secuencias didácticas que implementamos para un determinado tema o contenido, deben promover actitudes y habilidades cognitivas que fomenten la representación de la propia experiencia y el conocimiento, tanto en la escuela como en las demás vivencias del estudiante.

El llevar a cabo una exploración inicial acerca de las concepciones previas que tienen los alumnos sobre este tema resulta de gran importancia en la elaboración y diseño de la secuencia didáctica y por supuesto, en los resultados esperados al finalizar la misma. En este sentido fue muy importante también la validación del cuestionario diagnóstico con estudiantes de primer semestre de la facultad ya que se pudo observar y comparar el logro de alumnos “experimentados” con el de los que por primera y posiblemente única vez llevan Química en el bachillerato. En este sentido, lograr que los estudiantes adquieran un entendimiento bueno y exacto de los conceptos químicos representa un reto significativo para los profesores; sin embargo debemos tener presente que el rendimiento de cualquier estudiante o grupo de estudiantes, sobre un determinado tema, es influido no solamente por la aplicación de un proceso metodológico de enseñanza aprendizaje, sino también por otros factores de carácter cultural y social. Los conocimientos y experiencias acumuladas a lo largo de su trayecto escolar; así como las aptitudes y habilidades alcanzadas deben ser tomados en cuenta cuando se realizan ejercicios de planeación

didáctica dentro de un determinado tema o asignatura, pero también es necesario hacer consideraciones en cuanto a valores y actitudes comunes en nuestros estudiantes.

En general y como es de esperarse, podemos decir que el aplicar la secuencia didáctica para el tema reacción química a estudiantes de 5º año de bachillerato de la ENP; mejora la comprensión de este tema central de la química ya que parte de las ideas previas, incorporando experiencias prácticas y el uso de las TIC para lograr tener una representación y correspondencia de lo que ocurre a nivel nanoscópico con lo que ocurre a nivel macroscópico.

CAPÍTULO V: RECOMENDACIONES

El seguimiento al aprendizaje de los estudiantes se lleva a cabo mediante la obtención e interpretación de evidencias sobre el mismo. Éstas nos permiten contar con el conocimiento necesario para identificar tanto los logros como los factores que influyen o dificultan el aprendizaje de los estudiantes, para brindarles retroalimentación y generar oportunidades de aprendizaje acordes con sus niveles de logro.

Es en este sentido que las secuencias didácticas deben servir como instrumento de investigación didáctica en la medida que informan cómo evoluciona la planificación inicial y la utilidad de las estrategias seguidas, lo que permite desde la misma acción comprobar y fundamentar la eficacia del proceso y de las técnicas utilizadas; además de informar al alumno de las evoluciones y cambios alcanzados durante la experiencia didáctica. Es por eso que se sugiere darle seguimiento a la comprensión del tema “reacción química” tomando en cuenta los resultados alcanzados pero con una metodología que permita la investigación como parte del aprendizaje significativo y que ponga a prueba las concepciones del alumno implicadas en una situación problema, además de que le permita reflexionar sobre sus propios conocimientos. Esta situación corresponde a una metodología ABP (Aprendizaje Basado en Problemas) que permite analizar problemas reales, que para el caso de reacción química podría ser un problema de carácter ecológico como: *la formación de espumas en ríos y lagos debido desplazamiento en el uso de los jabones por detergentes y sus repercusiones ambientales.*

Asimismo resulta indispensable considerar que primero es necesario lograr un buen entendimiento de conceptos clave como “mezcla y compuesto” antes de abordar el tema de reacción química, así como lograr un manejo adecuado del lenguaje químico.

Una consideración más es la de procurar que en cualquier contenido llevemos a cabo una evaluación previa que nos permita ajustar o rediseñar la secuencia didáctica, ya que a menudo no ocurre tal situación, puesto que solo nos limitamos a recoger información y a analizarla, pero estas acciones no conllevan una auténtica toma de decisiones a partir de sus resultados. Si la evaluación diagnóstica no sirve para regular nuestra planificación y adaptarla a los datos obtenidos, no tiene utilidad real. La evaluación debe servir para obtener información que permita al maestro favorecer el aprendizaje de sus alumnos y no

como medio para excluirlos, por lo que obliga a proveer un tipo de actividades también pensadas desde la perspectiva de los estudiantes, lo cual evidentemente resulta más complejo.

REFERENCIAS

1. Ben-Zvi, R., Eylon, B. y Silberstein, J. (1988). *Theories, principles and laws*. Education in Chemistry. May, 89-92.
2. Bodner, G. (1988). *Consumer chemistry critical thinking at the concrete level*. Journal of Chemical Education. 65(3), 212-213.
3. Caruso, M., Castro, M., Domínguez, J., García-Rodeja, E., Iturralde, C., Rocha, A. y Scandrolí, N. (1998). *Construcción del concepto de reacción química*. Educación Química, 9(3), 150-154.
4. Chamizo, J.A., (2001). *El currículo oculto en la enseñanza de la química*. Educación Química. 12, 194-198.
5. Chamizo, J.A., (2009). *Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos*. Educación Química. 20(1), 6-11.
6. Chang, Raymond. (2006). *Química general para Bachillerato*. Cuarta edición. Mc Graw-Hill Interamericana. 71-72.
7. Chastrette, M. y Franco, M. (1991). *La Reacción Química: Descripciones e interpretaciones de los alumnos de liceo*. Enseñanza de las Ciencias. 9(3), 243-247.
8. Daub, G.W et al. (2005). *Química*. Octava edición. Pearson Educación. 249-250.
9. De la Luz Tovar, C., Díaz González, E. (2010). *Dispersión del ingreso y demanda de educación media superior y superior en México*. Redalyc Journal of Análisis Económico. XXV (58).
10. Espriella, A. (2005). *Química básica. Un enfoque natural y significativo*. Primera edición. Espriella-Magdaleno. 187.
11. Galagovsky, Lydia R. y cols. (2003). *Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias Naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla*. Enseñanza de las Ciencias. 21 (1), 107-121.
12. Gallegos, L. y cols. (2007). *Estrategias de enseñanza y cambio conceptual. En Pozo, J. I. y Flores, F. Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y enseñanza de la ciencia*. España: A. Machado Libros. 239-252.
13. Garritz, A., (1994). *Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente*. Educación Química. 5(4), 217-223.
14. Garritz, A. (2001). *La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre*. Educación Química. 21(1), 2-15.

15. Garritz, A., Chamizo J. A. (2001). *Tu y la Química*. Primera edición. Pearson Educación. 42.
16. Gillespie, R.J., (1991). *What is wrong with the general chemistry course?*, J. Chem. Educ., 68, 192-194.
17. Instituto Nacional de la Juventud, (2006) [en línea]. Encuesta Nacional de Juventud 2005. [fecha de consulta: 19 de Mayo de 2013] Disponible en: http://sic.conaculta.gob.mx/centrodoc_documentos/292.pdf
18. Kim, Mora A.C. (2013). *Secuencia didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de pH en el bachillerato*. Tesis MADEMS, Química.
19. Kind, Vanessa. (2004) Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química. Primera edición en español. Aula XXI/Santillana/México. 53-63.
20. Martínez Vazques O. (2012) *Ejercicio: Ecuaciones Químicas*. Universidad de San Carlos. Guatemala. En <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/3606>
21. Méheut, M., Psillos, D. (2004) *Teaching-learning sequences: aims and tolos for science education research*. International Journal of Science Education. 26 (5), 515-535.
22. Membiela Iglesia, P., (1997). *Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad*. Enseñanza de las Ciencias, 15(1), 51-57.
23. Misión y Visión de la ENP (2010-2014) [en línea] Plan de Desarrollo de la ENP [fecha de consulta: 3 de Junio de 2014] Disponible en: <http://dgenp.unam.mx/acercaenp/mision.html>
24. Nakhleh, M. (1992). *Why some students don't learn chemistry? Chemical misconceptions*. Journal of Chemical Education. 69(3), 191-196.
25. Obaya, A., Ponce R. (2007). *La secuencia didáctica como herramienta del proceso Enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas*. ContactoS 63, 19-25.
26. OCDE (2010) [en línea]. *Strong Performers and Successful Reformers in Education: Lessons from PISA for Mexico*. [fecha de consulta: 8 de Abril de 2013] Disponible en: <http://www.oecd.org/pisa/46638969.pdf>
27. Passos, L., Garritz A. (2014). *Análisis de una secuencia didáctica sobre reacciones químicas producida por estudiantes de química brasileños en Formación Inicial*. Educación química 24 (4) 470-477.

28. Pintó, R., Aliberas, J. y Gómez, R. (1996). *Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas*. Enseñanza de las Ciencias, 14(2), 221-232.
29. PISA para México. (2009). [en línea] [fecha de consulta: 20 de Agosto de 2013] Disponible en: <http://www.oecd.org/dataoecd/55/9/46640394.pdf>
30. Plan Nacional de Desarrollo. Programa Sectorial de Educación (2012-2018). [en línea] [fecha de consulta: 20 de Agosto de 2013] Disponible en: http://www.sep.gob.mx/es/sep1/programa_sectorial_de_educacion_13_18
31. Plan Institucional de Desarrollo 2010-2014. [en línea] [fecha de consulta: 3 de Junio de 2014] Disponible en: http://www.dgenp.unam.mx/direccgral/directora/plan_desarrollo_2010_2014.pdf
32. Prieto, Ana M., Castañón Romo R., Seco Rosa M. (2000). *La Educación Media Superior en México. Una Invitación a la Reflexión*. México, Limusa/Noriega. [en línea] [fecha de consulta: 16 de noviembre de 2012] Disponible en: <http://anuario.upn.mx/index.php>
33. Portal de Estadísticas Universitarias. (2009-2010). [en línea] [fecha de consulta: 5 de Junio de 2013] Disponible en: <http://www.estadistica.unam.mx/>
34. Principales Cifras del Sistema Educativo Nacional 2012-2013. [en línea] [fecha de consulta: 5 de Junio 2015] Disponible en: http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11579/1/images/principales_cifras_2012_2013_bolsillo.pdf
35. Programa de la Asignatura de Química III Clave 1501. ENP
36. Programa de la Asignatura de Química IV Área I Clave 1612. ENP
37. Programa de la Asignatura de Química IV Área II Clave 1622. ENP
38. Programa de la Asignatura de Fisicoquímica Clave 1709. ENP
39. Pujol, R. (1998). *Concepciones sobre los modelos científicos, átomos y moléculas de estudiantes de cursos superiores (8º - 10º semestre) en la mención Química del Instituto Pedagógico de Caracas*. Trabajo de ascenso, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas
40. Raviolo, A., Martínez Aznar M. (2003). *Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas.* Educación Química. [14] 3.
41. Rubino, A. y Montoya, E. (1990). *El Desarrollo de la instrucción, una aproximación a su perfil*. Ponencia presentada en el VI Seminario Nacional de Investigación

Educativa. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas.

42. Russell, J., Kozma, R., Jones, T., Wykoff, F., Marx, N. y Davis, J. (1997). *Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts*. Journal of Chemical Education, 74(3), 330-334.
43. Síntesis de la Legislación de la Unión Europea. (2007-2013). [en línea] Programa de Aprendizaje Permanente. [fecha de consulta: 18 de Agosto de 2013] Disponible en: http://europa.eu/legislation_summaries/education_training_youth/general
44. Sistema Para el análisis de la Estadística Educativa (SisteSep) (2014). [en línea] [fecha de consulta 21 de Febrero de 2014] Disponible en: <http://planeacion.sep.gob.mx/estadistica/sisteseportal/sistese.htm/>
45. Schummer, J., (1999). *Coping with the growth of Chemical Knowledge. Challenges for chemistry documentation, education and working chemist*. Educación Química. 10(2), 92-101.
46. Schwartz, A.T., (2006). *Contextualized chemistry education: The American experience*. International Journal of Science Education, 28, 977-998.
47. Talanquer, Vicente., (2009). *Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos?* Educación Química. Conferencias Plenarias. Junio 220-226.
48. Tamez, G. R., (2006). PISA para Docentes. *La evaluación como oportunidad de aprendizaje*. INEE.
49. Vázquez, Alonso A. (1990). *Concepciones alternativas en física y química de bachillerato: una metodología diagnóstica.* Enseñanza de las Ciencias. [2] 3.
50. Vazquez, Alonso A. et al. (2014). Una secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre un tema socio-científico: análisis y evaluación de su aplicación en el aula. Educación química. 25 (4) 190-202.
51. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-chemical-equations>

ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario doble vía. Diagnóstico

Cuestionario diagnóstico.

INSTRUCCIONES: Este breve cuestionario NO ES UNA EVALUACIÓN y tiene la finalidad de contribuir al diseño y aplicación de una secuencia didáctica que mejore tu comprensión acerca del tema "reacción química"; por tal motivo solicito tu cooperación y te pido que las preguntas abiertas las respondas con tus propias palabras en el espacio indicado; y para las que cuentan con opciones de respuesta elijas la que consideres correcta.

Gracias por tu colaboración.

1. ¿Qué es una reacción química?

Es un proceso el cual ocurre al juntar
sustancias de diferentes características.

2. ¿Por qué ocurre una reacción química?

Por ser sustancias que tienen diferencia las
cuales la otra sustancia la toman para
crear productos.

3. ¿Qué cambios ocurren cuando se lleva a cabo una reacción química?

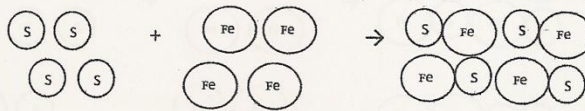
puede ser tanto en su forma, color,
olor, densidad, etc. depende de las
características.

4. Si se colocan un poco de azufre en polvo y un poco de limadura de hierro en un mismo vidrio de reloj. ¿Qué se obtiene?

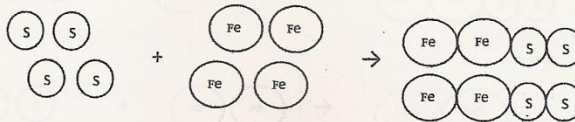
Ammm sulfuro de hierro.

5. ¿Cuál de los siguientes esquemas representa correctamente lo obtenido?

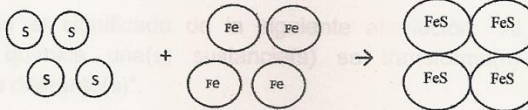
A)



B)



C)

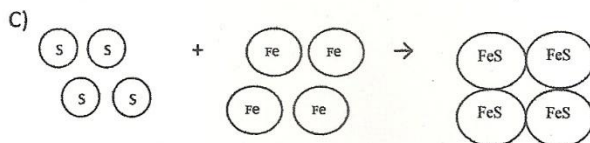
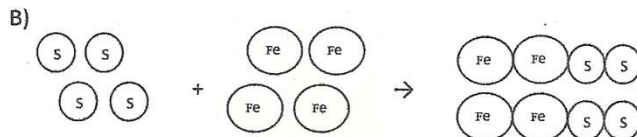
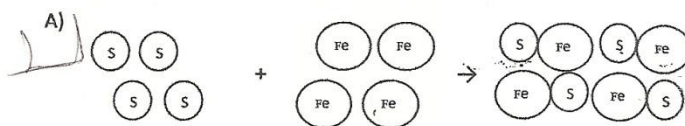


6. ¿Podrían separarse nuevamente el azufre del hierro? Sí.
7. En caso de responder afirmativamente a la pregunta anterior, ¿por qué?
por que hay procesos de separación.

8. Si se colocan un poco de azufre en polvo y un poco de limadura de hierro en un mismo tubo de ensayo; y este a su vez se calienta con un mechero durante un tiempo determinado, ¿Qué se obtiene?

Sulfuro de hierro líquido

9. ¿Cuál de los siguientes esquemas representa correctamente lo obtenido?



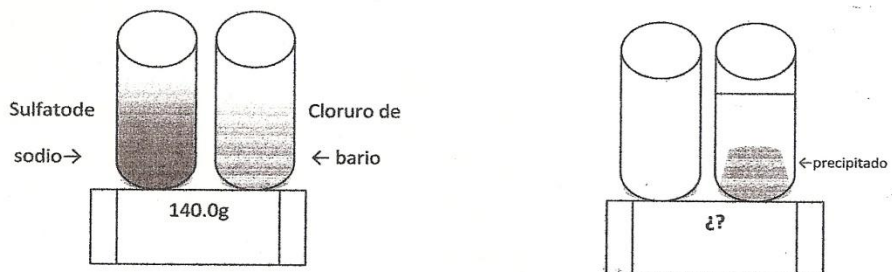
10. Explica el significado de la siguiente afirmación: "Al ocurrir una reacción química una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) totalmente diferente(s)".

Cuando unas sustancias reaccionan sus productos obtienen otras características

11. En el proceso para la obtención de amoníaco (NH₃) se combinan el nitrógeno y el hidrógeno gaseosos. ¿Cuál de las siguientes opciones representa correctamente este proceso?

- a) N₂ + 3H₂ → 2NH₃
 b) N + 3H₂ → 2NH₃
 c) N₂ + H₃ → 2NH₃
 d) N + H → NH₃

12. En una probeta se tiene una disolución acuosa de sulfato de sodio y en otra una disolución acuosa de cloruro de bario, ambas disoluciones se colocan en una balanza (como se muestra en la figura). La lectura en la balanza es de 140.0 g.



La disolución de sulfato de sodio se vacía en la de cloruro de bario, ambas probetas se colocan en la balanza, mientras se lleva a cabo una reacción se precipitación.

¿Cuál será la lectura en la balanza después de que se lleve a cabo la reacción?

a) menor de 140g

b) 140.0g

c) mayor de 140g

Anexo 1. Cuestionario doble vía. Validación

VALIDACIÓN

Cuestionario diagnóstico.

INSTRUCCIONES: Este breve cuestionario NO ES UNA EVALUACIÓN y tiene la finalidad de contribuir al diseño y aplicación de una secuencia didáctica que mejore tu comprensión acerca del tema "reacción química"; por tal motivo solicito tu cooperación y te pido que las preguntas abiertas las respondas con tus propias palabras en el espacio indicado; y para las que cuentan con opciones de respuesta elijas la que consideres correcta.

Gracias por tu colaboración.

1. ¿Qué es una reacción química?

Es la transformación de Reactivos en productos.

2. ¿Por qué ocurre una reacción química?

Porque los compuestos buscan la mayor estabilidad.

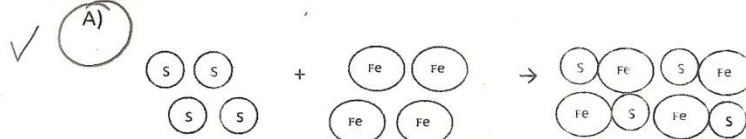
3. ¿Qué cambios ocurren cuando se lleva a cabo una reacción química?

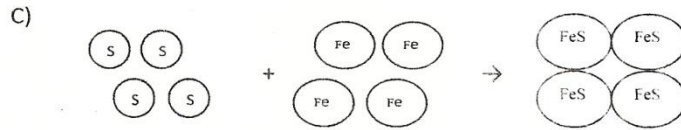
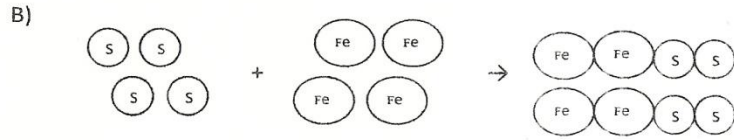
Se rompen y forman enlaces.

4. Si se colocan un poco de azufre en polvo y un poco de limadura de hierro en un mismo vidrio de reloj. ¿Qué se obtiene?

azufre y hierro

5. ¿Cuál de los siguientes esquemas representa correctamente lo obtenido?



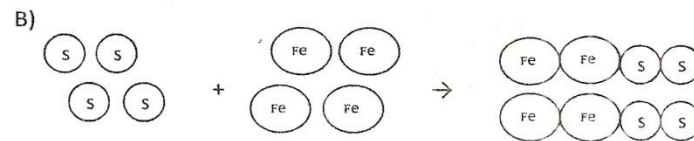
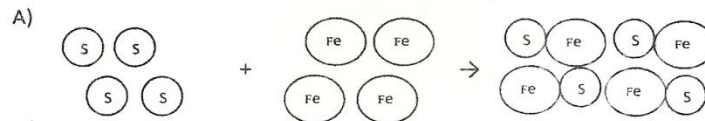


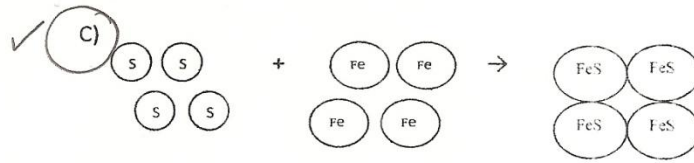
6. ¿Podrían separarse nuevamente el azufre del hierro? SÍ

7. En caso de responder afirmativamente a la pregunta anterior, ¿por qué?
Porque NO reaccionaron

8. Si se colocan un poco de azufre en polvo y un poco de limadura de hierro en un mismo tubo de ensayo; y este a su vez se calienta con un mechero durante un tiempo determinado, ¿Qué se obtiene?
FeS

9. ¿Cuál de los siguientes esquemas representa correctamente lo obtenido?





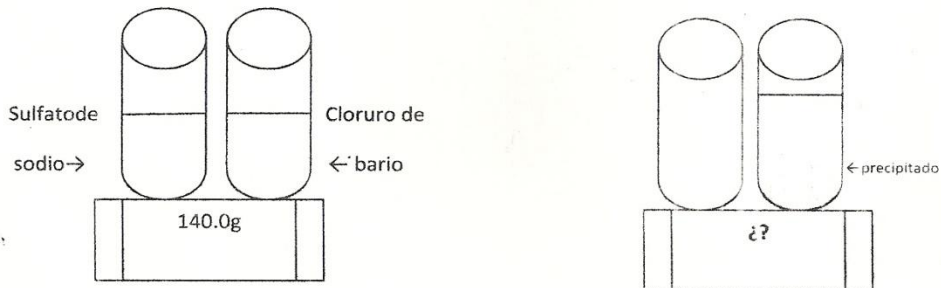
10. Explica el significado de la siguiente afirmación: "Al ocurrir una reacción química una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) totalmente diferente(s)".



11. En el proceso para la obtención de amoníaco (NH_3) se combinan el nitrógeno y el hidrógeno gaseosos. ¿Cuál de las siguientes opciones representa correctamente este proceso?

- a) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 b) $\text{N} + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 c) $\text{N}_2 + \text{H}_3 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 d) $\text{N} + \text{H} \rightarrow \text{NH}_3$

12. En una probeta se tiene una disolución acuosa de sulfato de sodio y en otra una disolución acuosa de cloruro de bario, ambas disoluciones se colocan en una balanza (como se muestra en la figura). La lectura en la balanza es de 140.0 g.



La disolución de sulfato de sodio se vacía en la de cloruro de bario, ambas probetas se colocan en la balanza, mientras se lleva a cabo una reacción de precipitación. ¿Cuál será la lectura en la balanza después de que se lleve a cabo la reacción?

- a) menor de 140g b) 140.0g c) mayor de 140g

Anexo 1. Cuestionario doble vía. Salida.

Almendarez Utrera Fernanda Vanessa
SALIDA

Cuestionario diagnóstico.

INSTRUCCIONES: Este breve cuestionario NO ES UNA EVALUACIÓN y tiene la finalidad de contribuir al diseño y aplicación de una secuencia didáctica que mejore tu comprensión acerca del tema "reacción química"; por tal motivo solicito tu cooperación y te pido que las preguntas abiertas las respondas con tus propias palabras en el espacio indicado; y para las que cuentan con opciones de respuesta elijas la que consideres correcta.

Gracias por tu colaboración.

1. ¿Qué es una reacción química?

Cuando ciertas sustancias se unen y se transforman obteniendo nuevas sustancias.

2. ¿Por qué ocurre una reacción química?

Se someten a cambios que les hacen dar (compartir) sus electrones de su última orbita

3. ¿Qué cambios ocurren cuando se lleva a cabo una reacción química?

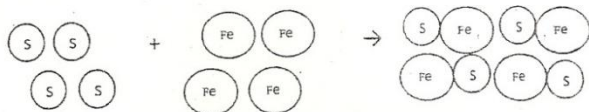
Cambios químicos

4. Si se colocan un poco de azufre en polvo y un poco de limadura de hierro en un mismo vidrio de reloj. ¿Qué se obtiene?

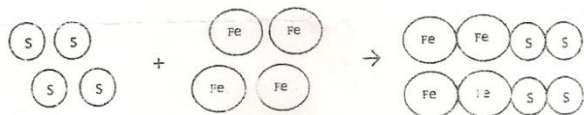
Una mezcla heterogénea.

5. ¿Cuál de los siguientes esquemas representa correctamente lo obtenido?

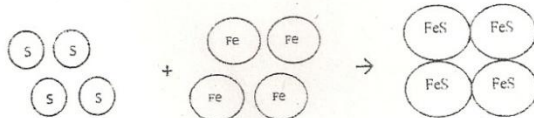
A)



B)



C)



6. ¿Podrían separarse nuevamente el azufre del hierro? Si

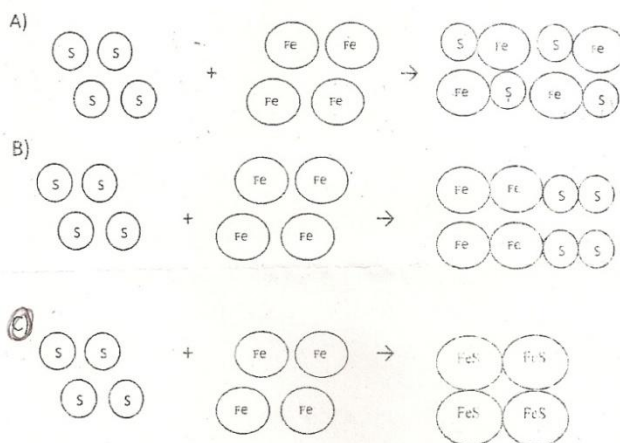
7. En caso de responder afirmativamente a la pregunta anterior, ¿por qué?

Porque no hay un cambio químico y no están unidos a nivel molecular

8. Si se colocan un poco de azufre en polvo y un poco de limadura de hierro en un mismo tubo de ensayo; y este a su vez se calienta con un mechero durante un tiempo determinado, ¿Qué se obtiene?

Compuesto

9. ¿Cuál de los siguientes esquemas representa correctamente lo obtenido?



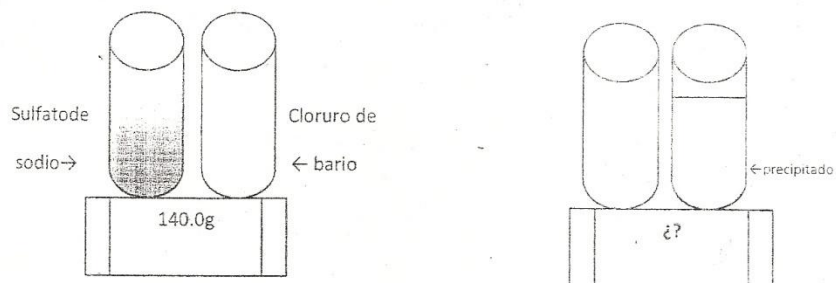
10. Explica el significado de la siguiente afirmación: "Al ocurrir una reacción química una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) totalmente diferente(s)".

Cuando hay una reacción química se transforman/produce un cambio químico (una nueva sustancia diferente ~~vea~~ a la original)

11. En el proceso para la obtención de amoníaco (NH_3) se combinan el nitrógeno y el hidrógeno gaseosos. ¿Cuál de las siguientes opciones representa correctamente este proceso?

- a) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 b) $\text{N} + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 c) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
 d) $\text{N} + \text{H} \rightarrow \text{NH}_3$

12. En una probeta se tiene una disolución acuosa de sulfato de sodio y en otra una disolución acuosa de cloruro de bario, ambas disoluciones se colocan en una balanza (como se muestra en la figura). La lectura en la balanza es de 140.0 g.



La disolución de sulfato de sodio se vacía en la de cloruro de bario, mientras se lleva a cabo una reacción se precipitación.

¿Cuál será la lectura en la balanza después de que se lleve a cabo la reacción?

a) menor de 140g

b) 140.0g

c) mayor de 140g

Anexo 2. Práctica de laboratorio "Tipos de reacciones"

Práctica No. 8

Tipos de Reacción

B. Trabajo de Laboratorio

Objetivos

Al finalizar esta práctica

Diferenciarás entre reacciones de síntesis, descomposición, desplazamiento,

Distinguirás entre reacciones exotérmicas y endotérmicas.

Verificarás una reacción redox.

Material

5 tubos de ensayo ✓

sopORTE

Mechero ✓

Pinza para tubo de ensayo

Gradilla ✓

Sustancias y Reactivos

Óxido de calcio anhidro (CaO) ✓

Papel tornasol rojo ✓

Dicromato de amonio (NH₄)₂Cr₂O₇ ✓

Solución de bromuro de magnesio (MgBr₂)

Agua de cloro recién preparada (Cl₂)

Solución de nitrato de plomo II (Pb(NO₃)₂) ✓

Solución de cromato de potasio (K₂CrO₄) ✓

Sulfito ácido de sodio (NaHSO₃)

Ácido sulfúrico diluido (H₂SO₄) ✓

Procedimiento

1. Coleca en un tubo de ensayo un poco de óxido de calcio y agrega agua gota a gota.

a) Observa al tacto si hubo cambio de temperatura y cómo fue:

No pasó nada, sigue en la misma temperatura

b) Al terminar la reacción introduce en el residuo el papel tornasol y si hubo cambio de

coloración en el papel, anótalo: El papel tornasol se volvió azul lo que dice que nos dio un base (hidróxido) y al dejarlo se separa arriba queda un poco y abajo el polvo

2. Coloca en un tubo de ensayo un poco de dicromato de amonio y calienta durante 4 min.

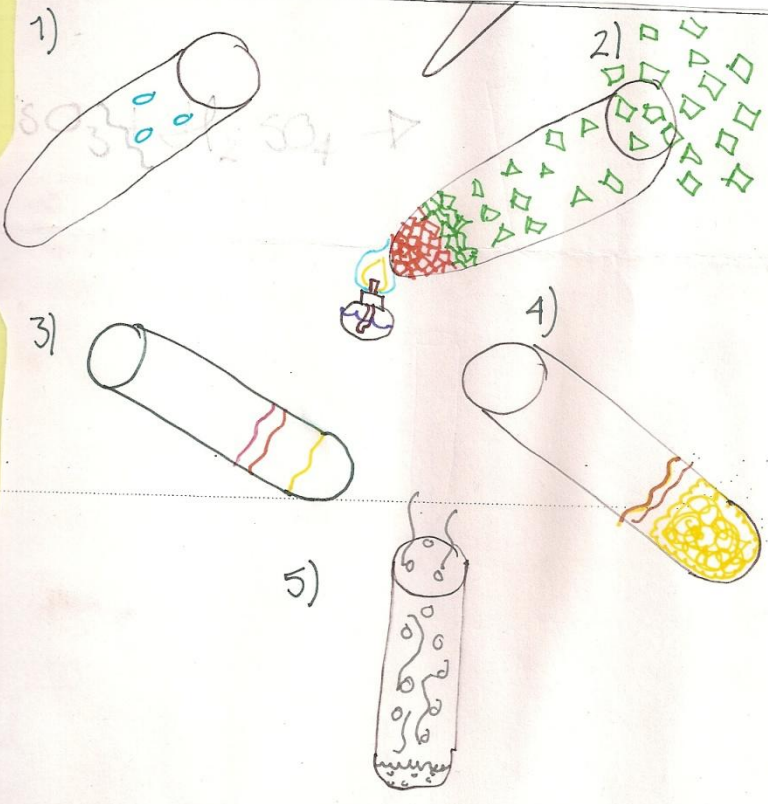
Observa el cambio producido y anótalo: Cambio de naranja a verde y

explosión, se carbonizó, salió del tubo de ensayo como confeti en botánica.

il
809

de color cambio de color y de temperatura al agregar el disulfuro se separa una se ve naranja y otro amarillo de naranja cambio a rojo

4. Coloca en un tubo de ensayo 5ml de solución de nitrato de plomo II y agrégale 2ml de solución de cromato de potasio. Observa el cambio producido y anótalo. el cromato es blanco y lechoso y el nitrato era amarillo fluorescente al juntarlos se puso amarillo conserva su temperatura y se hace como leche con todo y al ponerlo fijo se separa en dos arriba amarillo aceoso y abajo amar

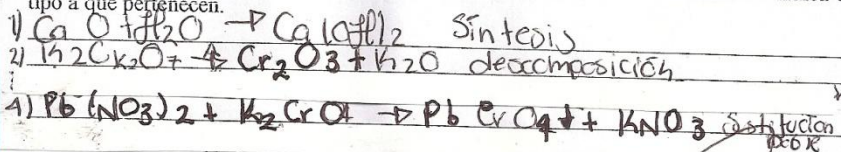


Práctica No. 8

Tipos de Reacción

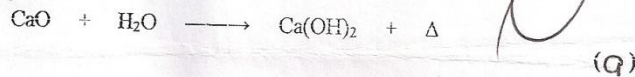
C. Reporte de la Práctica

Esquematiza las reacciones que se llevan a cabo en los experimentos anteriores e indica el tipo a que pertenecen.



Elige la opción correcta en cada propuesta y anota la letra correspondiente en el paréntesis. En los pasos que así se requiera complementa.

La siguiente reacción:



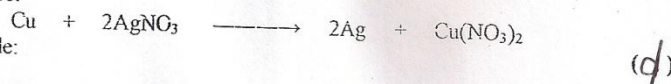
es:

- a) exotérmica
- b) doble sustitución
- c) desprendimiento
- d) descomposición

Una reacción es endotérmica cuando:

- a) libera energía y calienta el tubo (b)
- b) se calienta el tubo
- c) se enfría el tubo
- d) absorbe energía del medio, enfriando el tubo

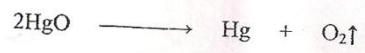
La reacción entre:



es una síntesis de:

- a) síntesis
- b) doble sustitución
- c) desplazamiento
- d) descomposición

La reacción



es de:

- a) síntesis
- b) doble sustitución
- c) desplazamiento
- d) descomposición

(d)

La reacción que se efectúa entre:



es de:

- a) doble sustitución
- b) descomposición
- c) desplazamiento
- d) síntesis

(a)

Elabora y escribe tus propias conclusiones.

Anexo 3. Instrumento de evaluación para el simulador PhET de la Universidad de Colorado "Balanceando ecuaciones químicas"

Química 508

10, 10, 10

05.03.14

ECUACIONES QUÍMICAS Cruz Pérez Alondra 508

Ejercicio propuesto usando la Simulación Interactiva PhET Balancing Chemical Equations, producida por la Universidad de Colorado Boulder, EEUU

Olimpia Eunice Martínez Vásquez Ing. Q., MSc Profesora Titular en Universidad de San Carlos de Guatemala

Quetzaltenango, octubre de 2012

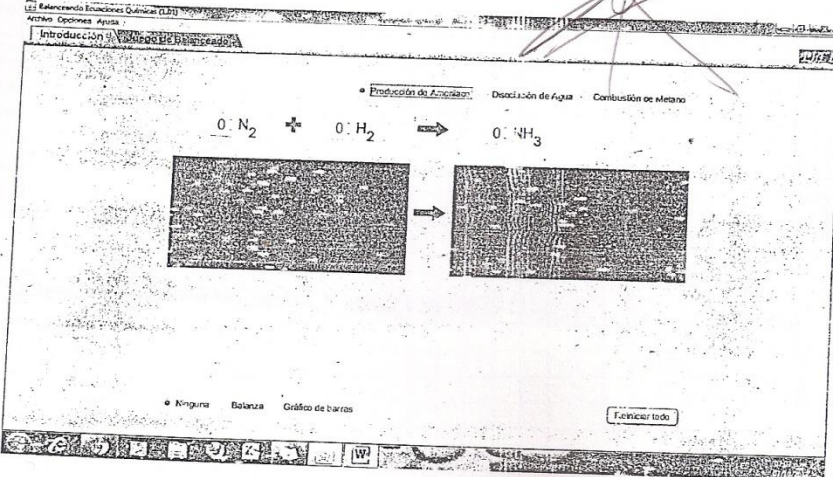


Figura 1 Imagen de la introducción de la simulación interactiva PhET para ecuaciones químicas. Fuente PhET

Los cálculos de estequiometría requieren que la ecuación química con que se trabaje cumpla con la ley de la conservación de la materia. Esta simulación interactiva ilustra la ley de la conservación de la materia.

Objetivos:

1. Que los estudiantes verifiquen la ley de la conservación de la materia en una reacción química por medio del balance de la ecuación química correspondiente.
2. Que los estudiantes interpreten el significado de una ecuación química.
 - a. Que los estudiantes utilicen correctamente los coeficientes estequiométricos en las ecuaciones químicas.
 - b. Que los estudiantes distingan productos y reactivos.
 - c. Que los estudiantes visualicen el significado de los subíndices en las fórmulas.
 - d. Que los estudiantes distingan átomos y moléculas.

05.03.19

Este ejercicio tiene tres partes, la primera es introductoria, la segunda es de ejercicios de aplicación de acuerdo a la introducción y la tercera son ejercicios adicionales.

Primera parte: Producción de amoníaco

En la introducción de la simulación interactiva indicada en la *Figura 1*, arriba, aparece en primer lugar indicada la producción de amoníaco. Una flecha azul indica la dirección de la reacción. La reacción inicia con los reactivos, en éste caso indicados con las fórmulas de dos compuestos químicos a la izquierda de la flecha azul. El final de la reacción se indica con las fórmulas de los compuestos químicos a la derecha de la flecha azul, llamados productos, en este caso indicado con la fórmula de un compuesto químico a la derecha de la flecha azul. Los compuestos a la izquierda de la flecha azul se llaman reactivos. Los compuestos a la derecha de la flecha azul se llaman productos.

1. Coeficientes estequiométricos: Inicialmente se encuentran con un valor cero. Si coloca un número 1 a la izquierda de cada fórmula indicada se observa que aparece una molécula del compuesto en cada caso

- a. Dibuje y pinte la molécula de N_2
 b. Dibuje y pinte la molécula de H_2
 c. Dibuje y pinte la molécula de NH_3



2. Cuántos productos hay indicados? 1
 3. Cuáles son las fórmulas y los nombres de los productos? NH_3 amoníaco
 4. Cuántos reactivos hay indicados? 2
 5. Cuáles son las fórmulas y los nombres de los reactivos? N_2 H_2
nitrogeno hidrogeno
 6. Compare la cantidad de átomos de N que hay al inicio de la reacción (a la izquierda del inicio de la flecha azul) y la cantidad de átomos de N que hay al final de la reacción (el lado derecho al que señala la flecha azul).
 a. Cuántos átomos de N hay al inicio de la reacción? 2
 b. Cuántos átomos de N hay al final de la reacción? 1
 c. La cantidad de átomos de N son iguales al inicio y al final de la reacción
 Sí No
 7. Compare la cantidad de átomos de H que hay al inicio de la reacción (a la izquierda del inicio de la flecha azul) y la cantidad de átomos de H que hay al final de la reacción (el lado al que señala la flecha azul).
 a. Cuántos átomos de H hay al inicio de la reacción? 2
 b. Cuántos átomos de H hay al final de la reacción? 3
 c. La cantidad de átomos de H son iguales al inicio y al final de la reacción
 Sí No

Cruz Pérez Alondra 508

05.03.14

8. De clic en "balanza" en la parte inferior y revise si sus respuestas a las preguntas No. 7 y No. 8 son correctas.
9. Enuncie la ley de la conservación de la materia.
"La materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma."
10. Cambie el valor de los coeficientes estequiométricos, buscando aquellos que permitan que la reacción de producción de amoníaco cumpla con la ley de la conservación de la materia. Observe los cambios que ocurren cada vez que usted cambia el valor de los coeficientes estequiométricos.
11. Cuando la ecuación química tiene los coeficientes estequiométricos correctos, que permiten que la reacción de producción de amoníaco cumpla con la ley de la conservación de la materia, aparece una carita amarilla feliz y la flecha azul cambia a amarilla. Revise ahora la cantidad de átomos de nitrógeno e hidrógeno en los reactivos y en los productos.
- Cuántos átomos de N y cuántos átomos de H hay al inicio de la reacción? 2
 - Cuántos átomos de N y cuántos átomos de H hay al final de la reacción? 6
 - Responda si las cantidades de átomos de N y de átomos de H son iguales al inicio y al final de la reacción Sí No

Se tiene ahora la ecuación química correcta según la ley de la conservación de la materia.

12. La interpretación de $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$ es "La reacción de un mol de nitrógeno con tres moles de hidrógeno produce dos moles de amoníaco".
 También es "Dos moles de amoníaco se producen por la reacción de un mol de nitrógeno con tres moles de amoníaco".

Segunda parte: Disociación del agua y combustión del metano

En la *Figura 1* de la introducción de la simulación, de clic a la derecha de la producción de amoníaco, en disociación del agua.

13. Usando un procedimiento similar al usado en la primera parte con la producción del amoníaco, escriba la ecuación química para la disociación del agua y escriba la interpretación de la ecuación química. $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$

En la *Figura 1* de la introducción de la simulación, de clic a la derecha de la disociación del agua, en combustión del metano.

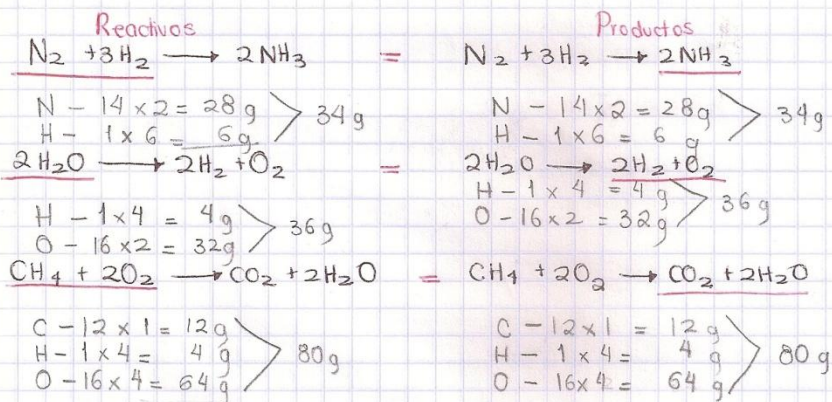
14. Usando un procedimiento similar al usado anteriormente, escriba la ecuación química para la combustión del metano y escriba la interpretación de la ecuación química.
 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

05.03.14

Tercera parte: Ejercicios Adicionales

Ley de la conservación de la masa
de Lavoisier

15. Calcule la masa total de reactivos y la masa total de productos para cada una de las tres ecuaciones químicas determinadas en la introducción.
16. Puede dar clic en "reiniciar todo", si desea repetir los ejercicios.
17. Puede dar clic en "gráfico de barras" en lugar de "balanza".
 - a. A medida que adquiere mayor seguridad, puede trabajar sin gráfico de barras
 - b. sin balanza
 - c. sin moléculas: en opciones puede escoger ocultar moléculas.
18. Puede continuar con la sección Juego de Balanceado, en donde puede seleccionar uno de tres niveles, de menor a mayor dificultad. En cada nivel se le presentan 5 ecuaciones para balancear y la simulación le dice inmediatamente si su respuesta es correcta. Si no lo es le dice cuál es el problema. La simulación le acredita puntos y registra el tiempo utilizado para responder.



Anexo 4. Pantallas del simulador PhET de la Universidad de Colorado “Balanceando ecuaciones químicas”

Balancing Chemical Equations (1.01)

Archivo Opciones Ayuda

Introducción **Juego de Balanceado**

Producción de Amoniaco Disociación de Agua Combustión de Metano

1 N₂ + 1 H₂ → 1 NH₃

Reiniciar todo

Ninguna Balanza Gráfico de barras

Balancing Chemical Equations (1.01)

Archivo Opciones Ayuda

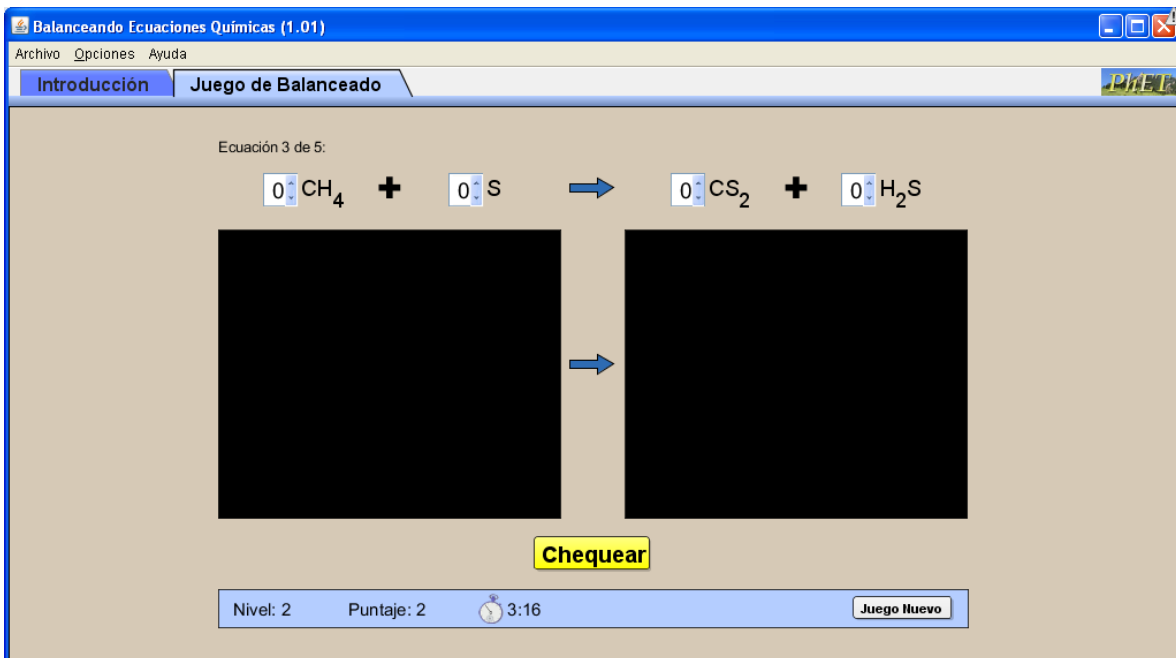
Introducción **Juego de Balanceado**

Producción de Amoniaco Disociación de Agua Combustión de Metano

1 N₂ + 3 H₂ → 2 NH₃

Reiniciar todo

Ninguna Balanza Gráfico de barras

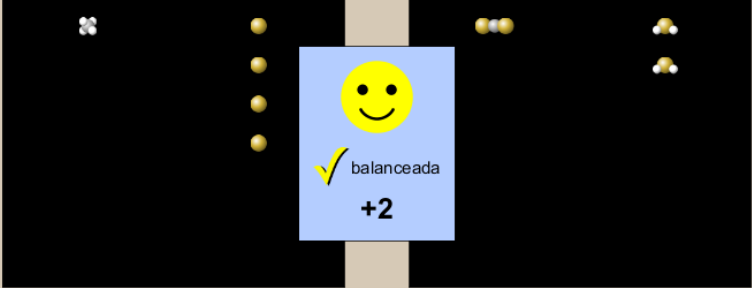


Balaceando Ecuaciones Químicas (1.01)

Archivo Opciones Ayuda

Introducción **Juego de Balanceado**

Ecuación 3 de 5:

$$1 \text{ CH}_4 + 4 \text{ S} \rightarrow 1 \text{ CS}_2 + 2 \text{ H}_2\text{S}$$


✓ balanceada
+2

Siguiente

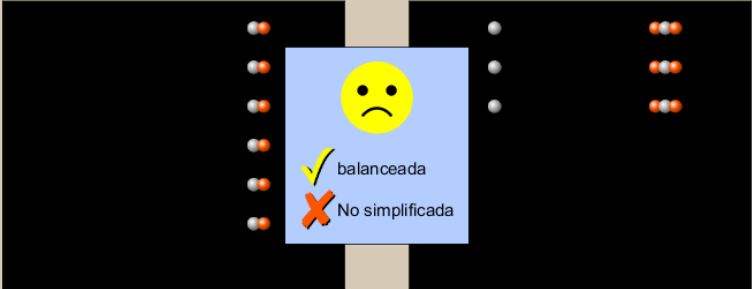
Nivel: 2 Puntaje: 4 4:22 **Juego Nuevo**

Balaceando Ecuaciones Químicas (1.01)

Archivo Opciones Ayuda

Introducción **Juego de Balanceado**

Ecuación 1 de 5:

$$6 \text{ CO} \rightarrow 3 \text{ C} + 3 \text{ CO}_2$$


✓ balanceada
✗ No simplificada

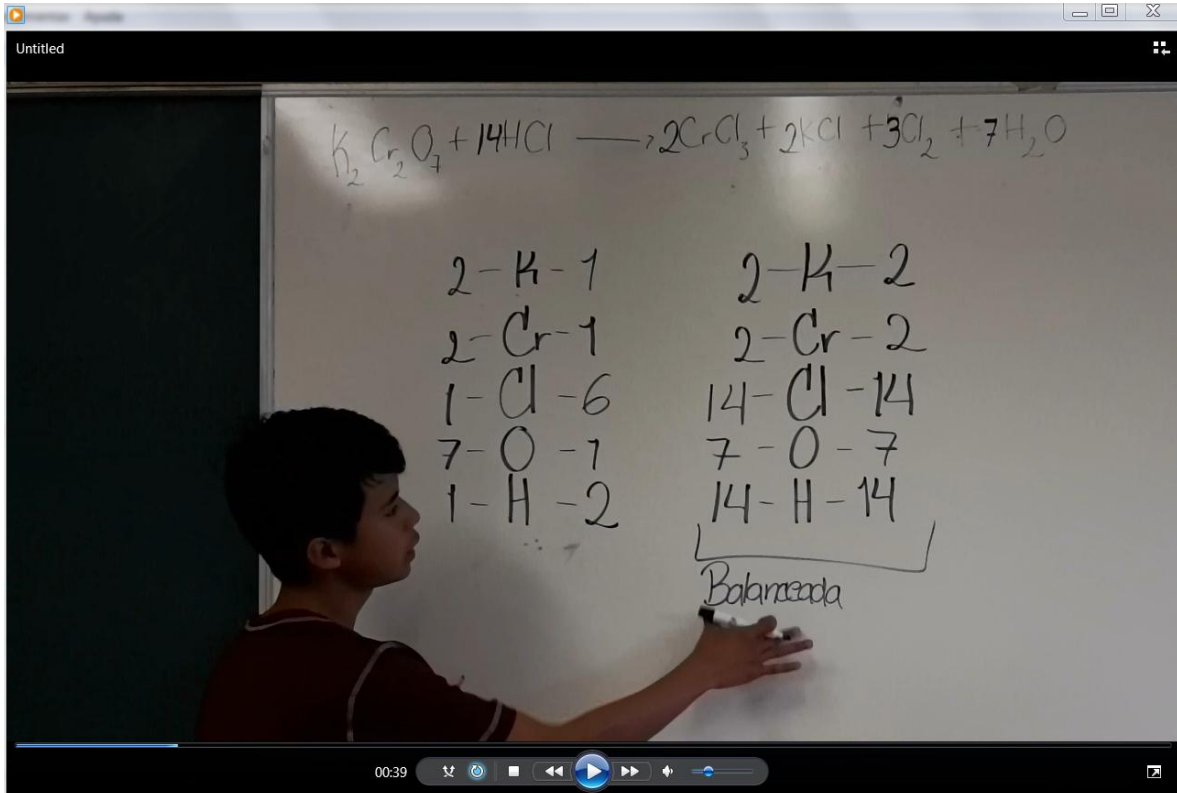
Probar otra vez

Nivel: 1 Puntaje: 0 2:13 **Juego Nuevo**

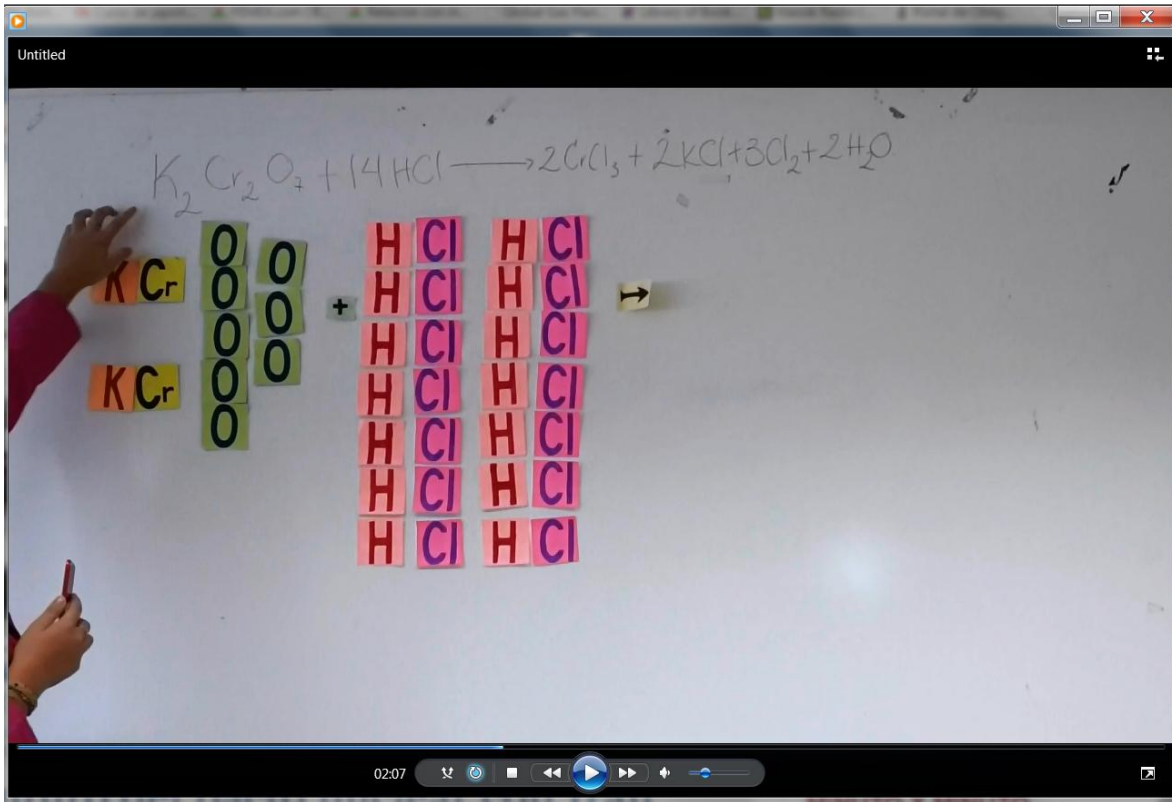
Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos



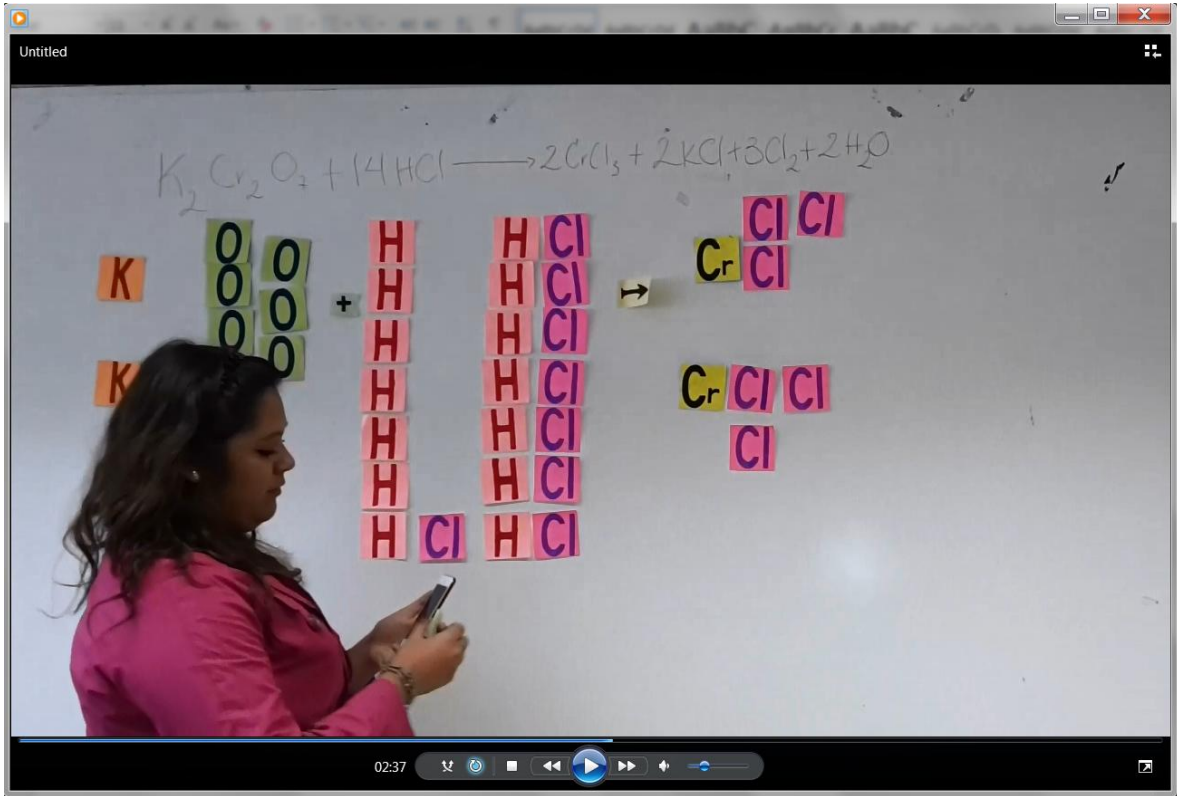
Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos



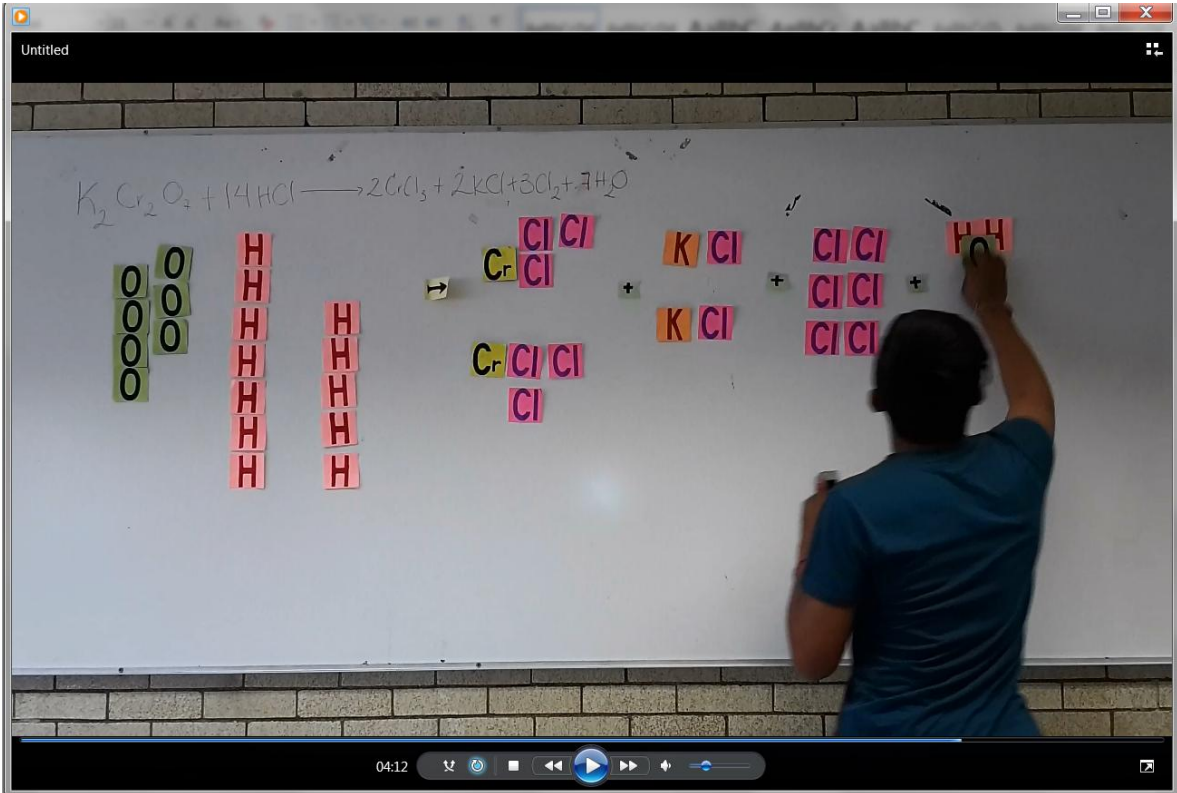
Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos



Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos



Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos



Anexo 5. Pantallas del video elaborado por los alumnos

