

**INFLUENCIA DE LA ECOLOGIA CONCEPTUAL EN LAS EXPLICACIONES
QUE DAN LOS ESTUDIANTES AL REALIZAR EJERCICIOS DE BALANCEO
DE ECUACIONES QUIMICAS**

Gissely Alejandra Quintero Sepúlveda

**Monografía para optar por el título de
Licenciatura en Educación en Ciencias Naturales**

Asesoras

Luz Stella Megía Aristizábal

Lucila Medina de Rivas

**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACION
DEPARTAMENTO DE LAS CIENCIAS Y LAS ARTES
MEDELLIN**

2005

DEDICATORIA

Esta oportunidad que me da hoy la vida me llena de gran satisfacción, porque la he vivido con gran intensidad al lado de seres que me han dado su amor, su bondad y consejos. Doy gracias a mi padre celestial que me ha entregado todo lo que tengo, ya que por su misericordia me ha puesto en el camino a mi familia, quienes cultivaron en mí valores de fortaleza y lucha por alcanzar mis más altos sueños y metas, a ellos quienes lo han dado todo por mí dedico este triunfo, este sueño, esta meta...

AGRADECIMIENTOS

La autora desea agradecer la colaboración de:

La Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia en cabeza de su rectora, Gladis Otálvaro e integrantes del consejo directivo, alumnas, personal administrativo, docentes y bibliotecólogas.

Luz Stella Megía y Lucila Medina de Rivas, asesoras para la práctica y docentes de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia.

Beatriz Amparo Zapata Montoya, docente y maestra cooperadora de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia.

Docentes de la Universidad de Antioquia del programa Educación en Ciencias Naturales.

A mis familiares por su paciencia y cariño.

A las personas que llevo en mi corazón y que han contribuido a mi formación, a mi crecimiento espiritual y a ser quien ahora soy.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	1
2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	
2.1. Planteamiento de la pregunta de estudio y justificación	3
2.1.1. Preguntas generadas por el estudio	6
3. MARCO TEÓRICO	
3.1. Teoría del cambio conceptual	7
3.1.1. Ideas Seminales	7
3.1.2. Ampliaciones a las ideas iniciales	9
3.1.3. Revisiones y aportes a la teoría del cambio conceptual	10
3.1.4. Implicaciones educativas del cambio conceptual	12
3.1.5. Agendas de investigación	13
3.2. Ecología Conceptual	15
3.2.1 Rasgos de la Ecología Conceptual	16
4. OBJETIVOS	
4.1. Objetivo General	19
4.2. Objetivos Específicos	19
5. METODOLOGÍA	20
6. RESULTADOS	24
6.1. Análisis de resultados	29
7. CONCLUSIONES	31

	Pág.
8. BIBLIOGRAFIA	33
9. ANEXOS	37
9.1. Instrumentos aplicados	45

Pág.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dibujo alusivo a la pregunta 4. 26

Figura 2. Empleo de símbolos en la pregunta 6 del instrumento. 27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de interrelación entre los rasgos de una ecología conceptual y las condiciones de una acomodación. 18

1. RESUMEN

La teoría del cambio conceptual fue propuesta por Posner y cols (1982) y sustenta la incompatibilidad entre el conocimiento cotidiano y el científico lo que implica la acomodación de nuevas ideas mediante 4 condiciones: insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y fructificabilidad utilizadas para generar un conflicto conceptual en el estudiante y ocasionar un cambio en su ecología conceptual. El término de ecología conceptual fue tomado por Posner et al. (1982), de Toulmin (1972), el cual involucra la interacción dinámica entre la estructura del conocimiento de una persona y el ambiente intelectual en el que vive (Soto, 2003c). Toma en consideración algunos rasgos que han sido objeto de modificación en otras investigaciones (Strike y Posner, 1985; Hewson, 1992) definidas como: Anomalías, Analogías y metáforas, Ejemplares e imágenes, Experiencia pasada, Compromisos epistemológicos, Creencias y conceptos metafísicos y Otros conocimientos.

El objetivo general del estudio es determinar cual es la influencia de la ecología conceptual, en las explicaciones de los estudiantes del grado décimo cuando resuelven ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas en el aula de clase, elaborar un instrumento que permita analizar las explicaciones de los estudiantes y con éste determinar la importancia de este estudio en el campo de la ecología conceptual en la línea enfocada a las percepciones de los estudiantes sobre las tareas escolares.

Se presenta un estudio de casos cualitativo e intrínseco, con una población de 40 estudiantes del grado décimo (14 a 16 años de edad) del curso de química, durante los años 2004 y 2005 del cual se tomo como muestra una alumna, seleccionada por su desempeño académico. Se realizaron observaciones en el grupo antes, durante y después de la aplicación de los instrumentos del estudio. Se realizaron dos intervenciones: un diagnóstico acerca de las concepciones de la estudiante sobre el balanceo de ecuaciones y conservación de la masa, y la aplicación del instrumento central, llevado a cabo solo en la muestra. Las intervenciones de la investigación fueron realizadas en el mes de enero, con la aplicación del diagnóstico por parte de la profesora y en el mes de abril con el uso del instrumento central de la investigación. Se espera que la ecología conceptual individual de un estudiante se pueda determinar mediante la aplicación de instrumentos que permitan relacionarlos con las explicaciones al resolver ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas y establecer relaciones con otro tipo de actividades académica como resolución de problemas.

2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

2.1. Planteamiento de la pregunta de estudio y justificación

El modelo del cambio conceptual tiene sus raíces en la historia y epistemología de las ciencias y sus ideas seminales las desarrolla Posner y otros en su artículo de 1982, en el que pone de manifiesto la necesidad de mejorar el aprendizaje de los estudiantes y el uso de estrategias didácticas diferentes si se quiere efectuar un cambio conceptual. Posteriormente este primer artículo de Posner y otros (1982), fue ampliado por Hewson (1981),(1982); Hewson y Thorley (1989); Hewson y Hewson (1992); Posner y Gertzog (1982); Strike y Posner. (1985) y revisada por los mismos autores. (Strike y Posner, 1992) Conformándose así, un gran marco teórico, que ha formado un creciente interés por parte de la comunidad de investigadores.

Dentro de la investigación realizada en el modelo de cambio conceptual, se plantea la necesidad de crear agendas de investigación en las cuales se establezcan líneas que permitan la consolidación de este programa de investigación. Es así como se propuso, según Soto (2003b), la formulación de dos agendas de investigación de forma independiente, una trabajada por Strike y Posner (1992) y otra por un grupo importante de investigadores en el marco de un International Workshop celebrado en 1991 en Bremen Alemania.

En la agenda propuesta por Strike y Posner (1992) de la Universidad de Cornell, exponen la necesidad de ampliar la conceptualización sobre Ecología Conceptual y dentro de esta misma incluir las percepciones de los estudiantes sobre las tareas escolares.

Revisando la literatura internacional nos damos cuenta de que sólo tres investigaciones desarrollan específicamente el concepto de ecología conceptual (Hewson (1982); Hulland y Munby (1994); Demastes, Good y Peebles, (1995)); que figura como concepto fundamental en los planteamientos de Posner et. al. (1992). En el rastreo bibliográfico no se encontraron artículos relacionados con la influencia de la Ecología conceptual de los estudiantes en las explicaciones que dan al realizar ejercicios de química.

En la literatura se encontraron investigaciones referidas a las dificultades de los estudiantes de química en la solución de ejercicios de balanceo de ecuaciones en las que se plantean las debilidades en la utilización de los métodos del cambio del número de oxidación y de ion-electrón (Merino y De Diego 1984) y Daniel et al (2002), las dificultades para interpretar el significado de una ecuación química ajustada (Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A, 1998), maneras en las que se solucionan ejercicios y problemas de química y se ofrecen clasificaciones simples intentando explorar los factores que pueden ser importantes en el momento de solucionar de una forma acertada los ejercicios (Reid y Yang 2002 y 2002b).

Otras investigaciones aluden al hecho de utilizar métodos tradicionales de balanceo que tienden a ser superfluos (Barberá, 1990). Algunas consideran

que en la enseñanza se lleva a pensar al alumno que los compuestos y elementos se rigen por principios distintos cuando se enfrentan a una reacción de oxidación/reducción, que cuando lo hacen a cualquier otro tipo de proceso químico (Barberá 1990; Porter 1985; García 1987). En investigaciones acerca de la enseñanza de este tema se plantean algunos métodos para la solución de ejercicios de balanceo, (Toth 1997 y 2004; Chunshi Guo 1997; Ling (citado en Barberá, 1990); Kolb 1981; Herndon, W. 1997) utilizando artificios matemáticos (Olson 1997; Harjadi 1986 y Swinehart 1985) o por el empleo del computador (Blakley 1982 y Garrigos 1984).

Dentro del campo de la realización de ejercicios y problemas en química los se ha encontrado referencias importantes como el de García García (1998) quien presenta un enfoque en la solución de problemas;

La importancia de la investigación se justifica en la problemática formulada dentro de la agenda de investigación en la teoría de cambio conceptual, por las pocas investigaciones, anteriormente mencionadas, que tengan relación directa con la ecología conceptual y las explicaciones de los estudiantes cuando resuelven ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas

Se propone entonces investigar ¿Cuál es la Influencia de la Ecología Conceptual, en las explicaciones que dan los estudiantes del grado Décimo de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia, cuando desarrollan ejercicios de Balanceo de Ecuaciones Químicas?

2.1.1. Preguntas generadas por el estudio

- ¿Cómo determinar la influencia de la Ecología conceptual individual en las explicaciones de los estudiantes cuando realizan ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas?
- ¿Cuál es el aporte de la investigación al campo de la ecología conceptual acerca de las percepciones de los estudiantes sobre las tareas escolares?

3. MARCO TEORICO

3.1. TEORÍA DEL CAMBIO CONCEPTUAL

3.1.1. Ideas seminales

En la propuesta inicial del modelo de cambio conceptual del artículo de Posner, Strike y Hewson (1982) se dieron a conocer aspectos que han sido modificados por parte de sus propios autores (Hewson, 1981; 1982; Strike y Posner, 1985 y Strike y Posner, 1992) e incluso criticado por otros investigadores (Gil y Carrascosa, 1984; Pozo y Gómez, 1998) que han contribuido al periodo de ciencia normal (en términos de Kuhn) de la teoría del cambio conceptual.

En las ideas seminales propuestas por Posner y cols (1982) se consideran fundamentos epistemológicos basados en una fuente de verificación no empírica e inspirada en teorías sobre progreso científico de Kuhn y Lakatos. Las concepciones se consideraban como fuente de inspiración conectando a la filosofía de la ciencia con los conceptos de paradigma y programa de investigación, para ofrecer los argumentos conceptuales que explican la consistencia y solidez de las ideas previas, manifestando que se puede dar una analogía entre paradigmas en la ciencia y las concepciones de los estudiantes que permite explicar la resistencia al cambio de las segundas a pesar de la instrucción. En cuanto al aprendizaje, mencionan la posibilidad de

contextualizar la analogía entre científicos y estudiantes según características como edad, conocimientos involucrados, y la no reproducción por parte de la escuela de la enculturización de las comunidades científicas. Se presenta para ellos la pregunta por las condiciones en las que se debe dar el cambio, y recurren nuevamente a Kuhn cuando se afirma que el cambio de una concepción requerirá el cambio de otra, es así como las concepciones se encuentran dispuestas en una red con otros conceptos que les otorgan características de plausibilidad e inteligibilidad. El conflicto en este artículo inicial se encuentra conectado a la idea de insatisfacción entre las ideas centrales de un individuo y los conceptos de la ciencia generados por la emergencia de anomalías que al acumularse fuerzan la necesidad de un cambio en las concepciones. Los autores proponen dos fases análogas de cambio conceptual en el aprendizaje:

- Asimilación: explica cambios radicales que les pueden suceder a la estructura conceptual de un individuo. Cuando los conceptos preexistentes son inadecuados, los estudiantes deben reemplazarlos o reorganizar sus conceptos centrales.
- Acomodación: Explica las redistribuciones conceptuales de un individuo. Cuando un estudiante utiliza conceptos ya existentes para trabajar con nuevos fenómenos.

Esta acomodación tiene lugar en un contexto intelectual que gobierna los procesos de cambio: es aquí donde se habla de ecología conceptual; y también en un mecanismo ó procedimiento en el que se requieren de las condiciones para ésta acomodación:

- Insatisfacción: el estudiante recoge anomalías en sus ideas y va perdiendo la fé en la capacidad para resolver esos problemas.
- Inteligibilidad: capta como el nuevo concepto puede estructurar la experiencia suficientemente como para explorar sus posibilidades.
- Plausibilidad: cuando se presenta un concepto que parece tener la capacidad de resolver los problemas generados anteriormente.
- Fructifibilidad: cuando este concepto que es plausible le permite la posibilidad de extenderse a otras áreas.

Desde la racionalidad, los autores consideran que el aprendizaje lo es, y es entendida no como la corroboración empírica, sino en el sentido de que el estudiante sea capaz de resolver nuevos problemas y como estas nuevas ideas pueden constituirse en un nuevo marco de interpretación para nuevos problemas intelectuales.

3.1.2. Ampliaciones a las ideas iniciales

En la ampliación de la propuesta en el año 1985 (Strike y Posner), ratifican nuevamente sus fundamentos epistemológicos desde los aportes realizados por Kuhn y Lakatos. Las concepciones ya no ocupan un papel central, pues ya no es lo que cambia en el cambio conceptual, se le quita entonces el estatus a las concepciones. Para el aprendizaje ya no es considerado la contextualización de acuerdo a la analogía entre científicos estudiantes, sino que se interpreta el aprendizaje de las ciencias como un proceso de enculturización científica, que se refiere no a acercarse a contenidos sino formas culturales que permitan promover la reflexión en el estudiante. En la

revisión por las condiciones para el cambio, al cambiar el estatus de las concepciones, ya que se afirma que no es lo que cambia, surge la influencia de la ecología conceptual para las condiciones de una acomodación. Las visiones de conflicto, de acomodación y de asimilación, se ven afectadas en la medida en que estas se relacionen con las concepciones de los estudiantes, que como se mencionó antes no son del interés de los investigadores.

3.1.3. Revisiones y aportes a la teoría del cambio conceptual

Para la revisión del año 1992 (Strike y Posner), y con la contribución de críticas (Gil y Carrascosa, 1984; Pozo y Gómez, 1998) a los primeros planteamientos por parte de la comunidad científica, se logró modificar de gran manera las ideas seminales del artículo original de 1982 (Posner y colbs). En los fundamentos epistemológicos se cambió de una visión Kuhniana a una Lakatosiana, para Lakatos el problema no está en si una teoría se debe confrontar o no con la experiencia (datos anómalos), el problema está en comparar dos o más teorías atendiendo a su base teórica y empírica y determinar cual de ellas presenta mayor fructifibilidad. Las concepciones habían variado en la ampliación de la propuesta en 1985 (Strike y Posner), en esta revisión ellas no existen como unidades autónomas y definidas en la mente del individuo, sino que están vinculadas con rasgos de las ecologías conceptuales, son parte constitutivas de la ecología y se insiste que no es lo que cambia en el cambio conceptual. El aprendizaje es considerado entonces como una actividad racional y se le anexan los aspectos motivacionales, actitudinales, afectivos y sociales (Pintrich, Marx y Boyle, 1993), la racionalidad

no describe el funcionamiento típico de la mente del individuo o de alguna ley de aprendizaje. Los aspectos restantes como condiciones para el cambio, conflicto, acomodación y asimilación no fueron motivo de ampliaciones y siguen haciendo parte de las ideas iniciales. La mayor variación la sufre las características de la ecología conceptual.

En 1992, diez años después de su formulación inicial, Hewson señalaba el gran número de artículos publicados en revistas internacionales y de sesiones en congresos dedicados a la investigación sobre el cambio conceptual como un indicador del grado desarrollo que alcanzó este frente de investigación y práctica educativa en el área de Didáctica de las Ciencias (Hewson, 1992).

Como un índice adicional de la robustez de este punto de vista, Hewson constataba el hecho conocido de que el cambio conceptual como paradigma se había extendido a otras áreas. Soto (2003a) menciona algunas de las investigaciones que han contribuido a esta referencia:

- Jensen y Finley (1995) se refieren al contexto de las condiciones del cambio conceptual.
- Demastes, Settlage y Good (1995) realizan un tratamiento de las ideas evolutivas utilizando el modelo de cambio conceptual. Concluyen que los conceptos sobre evolución son difíciles de asimilar por los estudiantes.
- Windschitl y Andre (1998) señalan las condiciones para la instrucción de parte de estudiantes y de ambientes para la enseñanza.
- Chi, Slotta y De Leew (1994) y Vosniadou (1994) se interesan por la psicología cognitiva, enfocada en el cambio conceptual y en la exploración y tratamiento de las creencias ontológicas.

- Tytler (2000) habla de la necesidad de estudios que contribuyan a clarificar la naturaleza de las concepciones los cambios ontológicos y epistemológicos y la interrelación entre el desarrollo de concepciones y el aprendizaje.
- Chinn y Brewer (1993) presentan estrategias instruccionales para forzar al cambio conceptual
- Bevilacqua y Gianneto (1995) se refieren al cambio ontológico como cambio de dimensiones más fuertes que el cambio epistemológico. Entre otros.

3.1.4. Implicaciones educativas del cambio conceptual

Las pautas generales que deberían seguirse en cualquier programa orientado al cambio conceptual han sido revisadas por Hewson y Beeth (1995), quienes ofrecen una serie de recomendaciones:

1. Las ideas del sujeto que aprende deberían ser una parte explícita del debate en el aula, como consecuencia, los alumnos deben decidir acerca del estatus de sus propias opiniones y de las opiniones de los demás. En esta elección intervienen, además de la propia ecología conceptual, los criterios epistemológicos propios acerca del conocimiento científico y acerca de qué constituye una explicación aceptable (Hewson y Beeth, 1995).
2. Conseguir que los alumnos consideren que las nuevas concepciones son plausibles y útiles puede depender de varios factores: que parezcan verdaderas y compatibles con otras concepciones previas o aprendidas,

que no contradigan sus ideas metafísicas, que sean generales o consistentes y que ello coincida con los compromisos epistemológicos propios, etc.

3. El debate en el aula debe tener en cuenta la metacognición que, según Gunstone y Northfield (1994) desempeña un papel central en el cambio conceptual. Cuando los alumnos comentan, comparan y deciden sobre la utilidad, la plausibilidad y la consistencia de las concepciones que se presentan, están explicitando sus propios criterios de comprensión.
4. Las estrategias que promueven el cambio conceptual reflejan un estilo de enseñanza y aprendizaje en el cual tanto alumnos como profesores están implicados activamente y en el que los profesores animan a los alumnos a expresar sus ideas,

3.1.5. Agendas de investigación

Según Soto (2003b), en 1991 se llevó a cabo en Bremen (Alemania) un internacional Workshop con la participación de prestigiosos grupos de investigación en Science Education provenientes de Europa, Australia y América, con el fin de proponer, a manera de Agenda internacional de investigación sobre Cambio Conceptual, las prioridades en investigación que deberían ser asumidas por la comunidad científica. Se centró en cuatro temas:

1. Analizar los aspectos teóricos de la investigación sobre los procesos de aprendizaje de la física.

2. Proponer y considerar nuevas metodologías y estándares para la investigación empírica de corte cualitativo sobre los procesos de aprendizaje de la física.
3. Discutir nuevas estrategias de enseñanza que promuevan un entendimiento más profundo de los conceptos de física.
4. Desarrollar una agenda para la investigación sobre el aprendizaje de la física.

En este informe Soto (2003b) concluye que las necesidades de investigación, identificadas en Bremen, se están llevando a cabo pero se requiere un esfuerzo mayor para cumplir con las expectativas planteadas en el Workshop de 1991.

En la revisión realizada por Strike y Posner (1992) de la Universidad de Cornell, proponen dos direcciones en la investigación futura para el desarrollo del programa de investigación. La primera dirección tiene que ver con la articulación teórica del programa de investigación, donde hay necesidad de trabajar dos temas:

- Articulación con otros puntos de vista teóricos.
- Se requiere una visión sobre cuales son las fronteras de la investigación.

La segunda dirección está relacionada con la clase de trabajos que se requieren para conectar el programa de investigación y la instrucción en ciencias. Proponen que la línea crucial de investigación debe estar dirigida a describir como éstos interactúan, y a diseñar estrategias instruccionales que interactúen de manera productiva con las concepciones corrientes. Se trata de tres líneas de trabajo:

- a. Las fuentes de concepciones previas a la instrucción.
- b. Ampliar la conceptualización de la ecología conceptual.

- c. Investigaciones sobre la manera en que los estudiantes ven el mundo desde una perspectiva racional.

3.2 ECOLOGIA CONCEPTUAL

En el Modelo de Cambio Conceptual de Posner y cols. (1982), además de las ideas de Kuhn y Lakatos, son importantes los planteamientos de Toulmin (1972) sobre la ecología conceptual. En las ideas seminales hacen referencia a aquellos aspectos que gobiernan el cambio conceptual, una ecología conceptual incluye fundamentalmente organización de concepciones que sirven de ambiente intelectual y actitudinal para que el cambio conceptual ocurra. Sus componentes son: anomalías, metáforas, analogías, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos, conocimientos de otros campos, conceptos que compiten.

En la ampliación de 1985, recibe especial atención introduciéndola con un papel principal, generador y retenedor de las concepciones. Se aumentan los componentes de la ecología contemplando ejemplares e imágenes y la experiencia pasada.

Ya para la revisión de 1992, lo denominan como grupo de artefactos cognitivos y pedagógicamente interesantes porque proporcionan un inventario de los artefactos cognitivos que el aprendiz probablemente posee y que deben ser tomados en cuenta por el profesor, y sugieren la clase de cosas o eventos que el profesor podría proporcionar en la instrucción en orden de facilitar el cambio conceptual. El problema básico para la comprensión del desarrollo cognitivo es

entender como las componentes de una ecología conceptual individual cambia y se desarrolla y como la ecología interactúa con la experiencia.

La ecología conceptual estructura el aprendizaje, todas sus partes deben ser miradas como dinámicas y en constante interacción y desarrollo. Se afirma entonces que la ecología conceptual, es lo que cambia en el cambio conceptual. Se continúa fortaleciendo sus componentes y se incluyen motivación, metas, campos social e institucional.

2.2.2.1. Rasgos de la ecología conceptual

Según Soto (2003c), la interacción entre la estructura de conocimiento de una persona y el ambiente en el que vive se posibilita desde diferentes perspectivas e influencia la dirección del proceso de acomodación. Los principales rasgos de la ecología son (Strike y Posner, 1985):

1. Anomalías. Se trata de aspectos que se salen del marco de explicación de los conocimientos del sujeto.
2. Analogías y metáforas. Son esenciales para sugerir nuevas ideas y hacerlas inteligibles.
3. Ejemplares e imágenes. Ejemplos prototípicos, experimentos mentales, imágenes u objetos articulados artificialmente y aquellos procedimientos que influyen la intuición de una persona sobre lo que es razonable.
4. La experiencia pasada. Concepciones que parecen contradecir una experiencia pasada probablemente no se aceptarán.
5. Compromisos epistemológicos.

- a. Ideas exploratorias. Muchos campos tienen algunas visiones concernientes con temas específicos que constituyen explicaciones satisfactorias del mismo.
- b. Visiones generales acerca del conocimiento. Algunos estándares que identifican el conocimiento científico, como la elegancia, la economía y la parsimonia, parecen ser independientes de los contenidos específicos.

6. Creencias y conceptos metafísicos

- a. Creencias metafísicas sobre la ciencia. Las creencias sobre el orden, la simetría y la no aleatoriedad del universo son importantes a menudo en el trabajo científico y pueden dar como resultado puntos de vista epistemológicos que pueden hacer que se admita o se rechace un (os) tipo (s) concreto (s) de explicación (es).
- b. Concepciones metafísicas de la ciencia. Conceptos científicos específicos tienen a menudo una cualidad metafísica al ser creencias acerca de la naturaleza última del universo y ser inmunes a la refutación empírica directa.

7. Otros conocimientos.

- a. Conocimientos en otros campos. Las nuevas ideas deben ser compatibles con otras ideas que la gente cree como verdaderas.
- b. Concepciones que compiten. Una condición para la selección de un concepto es que debe aparecer como más prometedor que sus competidores.

En un trabajo reciente llevado a cabo sobre ecología conceptual, Demastes, Good y Peebles (1995) introducen de manera explícita la pregunta sobre la utilidad de la teoría de cambio conceptual de Posner y cols (1982) y su revisión (Strike y Posner, 1992) para explicar los hallazgos empíricos relacionados con la ecología conceptual. Proponen 6 facetas que complementan el marco conceptual que Posner y cols (1982) han propuesto para conceptualizar la ecología conceptual, a saber: a) las concepciones previas; b) las orientaciones científicas, c) la epistemología científica, d) las visiones sobre el mundo biológico; e) las orientaciones religiosas; y f) la teoría evolutiva aceptada por el aprendiz. Además explican como estas facetas influyen la reestructuración conceptual del tema de evolución en biología. Los autores resaltan la coherencia del Modelo de Cambio Conceptual en la interpretación de los hallazgos empíricos, no obstante, consideran que este modelo debe revisarse con el fin de introducir las consideraciones extralógicas y afectivas empíricamente demostradas sobre el aprendizaje.

Al parecer las ecologías conceptuales varían de individuo a individuo, dependiendo de la estructura conceptual, los compromisos epistemológicos, las orientaciones científicas y religiosas, visión del mundo y la aceptación de una nueva teoría; alternativamente la ecología conceptual sufre transformaciones con el proceso de maduración del individuo. A pesar de que el estudio de Demastes y Good y Peebles (1995) se concentró en el tema de la evolución y las teorías que en el campo de la biología se han propuesto, no deja de ser interesante extender sus conclusiones a los diferentes dominios del conocimiento científico.

Cada uno de los factores mencionados por Demastes, Good y Peebles (1995) y las condiciones para el cambio conceptual están íntimamente conectadas, según Soto, (2003c) en una especie de matriz (tabla 1), que nos permite apreciar la complejidad que entraña el proceso de acomodación conceptual. Strike y Posner (1985) proponen la siguiente matriz que relaciona entre sí los factores de una ecología conceptual y las condiciones para una acomodación.

Factores de una Ecología Conceptual	Condiciones para una acomodación			
	Insatisfacción	Inteligibilidad	Plausibilidad	Fructifibilidad
Anomalías	X		X	X
Analogías/ metáforas		X	X	
Ejemplares/ imágenes		X	X	
Compromisos epistemológicos	X		X	
Creencias/ Conceptos Metafísicos	X		X	
Experiencia pasada	X		X	X
Otros conocimientos	X		X	X

Tabla 1. Matriz de interrelación entre los rasgos de una ecología conceptual y las condiciones de una acomodación.

3. OBJETIVOS

3. 1. General

Determinar la influencia de la Ecología conceptual en las explicaciones de los estudiantes cuando resuelven ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas.

3. 2. Específicos

- Elaborar un instrumento que permita analizar las explicaciones de los estudiantes.
- A partir del análisis de las explicaciones durante la ejecución del instrumento, determinar la importancia de este estudio en el campo de la ecología conceptual en la línea enfocada a las percepciones de los estudiantes sobre las tareas escolares.

4. METODOLOGIA

El objetivo general que se pretende alcanzar es determinar cual es la influencia de la ecología conceptual, entendida como aquellas interacciones dinámicas entre la estructura del conocimiento de una persona y el ambiente intelectual en el que vive (Soto 2003c), en las explicaciones de los estudiantes del grado décimo cuando resuelven ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas en el aula de clase. Estas interacciones están enmarcadas dentro de unos rasgos muy específicos que han sido objeto de estudio desde el artículo inicial de Posner y otros (1982) en donde se presentaron las ideas seminales de la teoría del cambio conceptual y que han sido modificados por medio de diferentes revisiones de sus autores (Strike y Hewson, 1985 y Posner, 1992). Dentro de estos rasgos encontramos aspectos como: anomalías, analogías y metáforas, ejemplares e imágenes, experiencias pasadas, compromisos epistemológicos, creencias y conceptos metafísicos y otros conocimientos, que permitirán a la investigación encontrar elementos con los que se puedan determinar su influencia en las explicaciones de los estudiantes cuando balancean ecuaciones químicas.

Según Stake (1998) existen algunos tipos principales de estudios de casos, el que se aplicará para el análisis de los datos de la investigación corresponde a un estudio intrínseco de casos, el cual pretende descubrir relaciones, indagar en los temas y sumar datos categóricos que están subordinados a la comprensión del caso.

Este mismo autor sustenta que el análisis de los datos obtenidos con este tipo de casos puede ser realizado por interpretación directa, que es el caso de esta investigación, con el que se habla también de un estudio cualitativo el cual se presenta centrado en el ejemplo, lo aparta, lo analiza y lo vuelve a colocar con mayor significado.

En base a esto el instrumento central de la investigación esta encaminado a la búsqueda de la relación de las respuestas que da la estudiante con los rasgos de la ecología conceptual, de tal manera que permita determinar si éstas hacen parte de ella.

Se tomó una población de 40 estudiantes del grado décimo (14 a 16 años de edad) del curso de química, de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia, en los años 2004 y 2005 del cual se escogió como muestra una alumna, seleccionada por criterios como su desempeño académico, mostrando siempre inquietudes por temas científicos y un marcado interés por resolver dudas. Se realizaron observaciones en el grupo antes, durante y después de la aplicación de los instrumentos del estudio, es decir, cuando la profesora desarrollo la unidad didáctica correspondiente al tema de estequiometría.

Se realizaron dos intervenciones: un *diagnóstico* acerca de las concepciones de la estudiante sobre el balanceo de ecuaciones y conservación de la masa, que fue realizado por la profesora del curso el cual no indagaba directamente por todos los rasgos de la ecología conceptual de las estudiantes y *la aplicación del instrumento*, llevado a cabo por el estudio solo en la alumna de la muestra, al finalizar la unidad didáctica de los temas de reacciones y

estequiometría que expone la profesora del curso. Es de aclarar que el motivo de la investigación en el aula no dio lugar a que la profesora tratara de modificar su modelo de enseñanza y menos los contenidos propios con motivo de la investigación, ella no planteó una forma de actuar diferente y realizó sus clases como siempre las había hecho.

Las intervenciones de la investigación fueron realizadas en el mes de enero, durante el cual se aplicó el diagnóstico por parte de la profesora y en el mes de abril en el que se aplicó el instrumento central de la investigación, dando lugar a un estudio longitudinal, con el que se recogieron datos en distintos momentos para comprobar su estabilidad en el tiempo. Recogida la información se procedió a analizar cada una de las respuestas con el objetivo de verificar si tenían relación con las intenciones de cada uno de los rasgos de la ecología conceptual y determinar la incidencia de éstas en las explicaciones que daba la estudiante frente al balanceo de ecuaciones. Al finalizar este análisis se procedió entonces a establecer la influencia de la ecología Conceptual y posteriormente intentar dar solución a algunas situaciones que hacen parte de las preguntas generadas con el estudio.

Como instrumentos de recolección de información se utilizaron dos cuestionarios, el realizado por la profesora y el diseñado para analizar los rasgos de la ecología conceptual. Este último fue triangulado en dos ocasiones, una primera ocasión con los pares de trabajo, quienes analizaron la pertinencia del contenido que éste instrumento presentaba además de plantear sugerencias en la formulación de preguntas y el logro de la identificación de los rasgos de la Ecología conceptual y una segunda fue realizada con estudiantes

del mismo grado pero diferentes grupos, con el fin de observar la complejidad de las preguntas, es decir, si estas se mostraban claras, fáciles de entender ó si por el contrario representaban dificultad para resolverlas, para ésta comprobación se le pidió a las tres alumnas, que hicieron parte de esta triangulación, que trataran de resolver el instrumento en su totalidad y expusieran aquellos puntos en los que se les presentaron mayor dificultad por el lenguaje planteado. Las preguntas estaban diseñadas para extraer de la estudiante la forma en la que resolvía una ecuación, fue una construcción pensada en las posibles respuestas que ella podía darle al estudio, y la forma en la que se podían relacionar con la ecología conceptual en el momento del análisis.

Finalmente se pretende realizar un informe en el cual se establezca la influencia de la ecología conceptual, que permitan relacionar las explicaciones que dan los estudiantes cuando balancean ecuaciones químicas con los rasgos de ésta.

5. RESULTADOS

En el taller realizado por la profesora se observó que sólo 2 preguntas se relacionaban con los rasgos de la ecología conceptual, éstas tenían que ver con las *ideas exploratorias y visiones generales del conocimiento*, constituyentes de los compromisos epistemológicos:

1 Con tus propias palabras describe que es el balanceo de ecuaciones;

Leidy (L.): "Igualar el numero de átomos de cada elemento en ambos miembros de la misma".

2 ¿Qué entiendes por conservación de la materia en una ecuación química?

L.: "El número de átomos de cada elemento debe ser igual en ambos lados de la ecuación y para lograrlo en una ecuación ésta se debe balancear"

Con el instrumento del estudio se obtuvieron las siguientes respuestas:

1. ¿Qué entiendes por balanceo de ecuaciones? (Compromisos epistemológicos)

L.: "Equilibrar algo ya que teniendo en cuenta los átomos y los elementos, se iguala el numero de átomos de los elementos en ambos lados de la ecuación".

2. ¿Qué principios de la naturaleza son necesarios entender para balancear ecuaciones? ¿A que le dan respuesta estos principios?
(Concepciones metafísicas)

L.: “Los de conservación de la cantidad de átomos de las sustancias reactantes o de productos, por ejemplo para el oxígeno gaseoso que esté en una reacción los átomos aparecen tanto en reactivos como en productos”. “Responden a la necesidad de saber balancear bien una ecuación química”

3. ¿Qué experiencias anteriores te recuerdan el balanceo y como lo aplicaste? ¿Esta nueva experiencia se contradice con la anterior?
(Experiencia anterior)

L.: “Cuando se eleva al cuadrado a los dos lados de una igualdad para eliminar una raíz cuadrada, o por ejemplo en el descanso del colegio por que se estudia pero también se descansa, como si fuera un ecuación. Aunque no se descansa el mismo tiempo que se estudia y en una ecuación es estricto equilibrar”

4. ¿Qué imagen se te viene a la cabeza cuando balanceas una ecuación?
¿Podrías dibujarla? (Ejemplares e imágenes)

L.: “Al pensar en el balanceo, me imagino mezclando reactivos en las proporciones adecuadas y obteniendo unos productos de acuerdo a lo que agregué antes”.

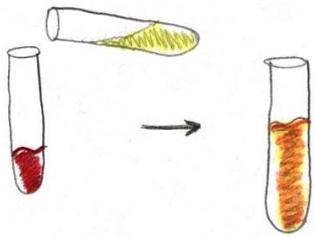
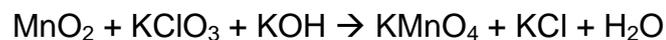


Figura 1. Dibujo alusivo a la pregunta 4.

5. Observa la siguiente reacción:



Explica de qué manera balancearías esta ecuación ¿Qué pasos usarías? (C. E.: visiones generales del conocimiento)

L.: “Primero hallo los estados de oxidación de los elementos de tal manera que las cargas sean cero en ambos lados, segundo miro elemento por elemento y se mira si el estado de oxidación aumentó ó disminuyó, se observa tanto en los reactantes como en los productos, si gana electrones se reduce y se puede identificar el agente oxidante y establecer coincidencias entre sustancias y por ultimo mirar la cantidad de átomos de cada elemento y según esto se colocan los coeficientes para balancear la ecuación y esperar a que se de el mismo numero de átomos de reactivos y productos”.

“Si la ecuación es sencilla empleo tanteo, si la ecuación es más compleja se hace más viable balancear por redox”.

6. ¿Qué se requiere para saber como se hace el balanceo? ¿Qué estrategias utiliza y que esquemas construye para balancear una ecuación? (C. E. visiones generales del conocimiento)

L.: “Primero hay que mirar si la ecuación está o no balanceada, después mirar la cantidad de átomos que hallan para asignar los coeficientes y tener la misma cantidad a cada lado de la ecuación y lo más importante, es dominar el tema”.

“Para los estados de oxidación hay que recordar que para los gases es cero, y el oxígeno casi siempre es -2 y para balancear deojo por último los oxígenos e hidrógenos.

La forma como dispone los esquemas se muestra en la figura 2

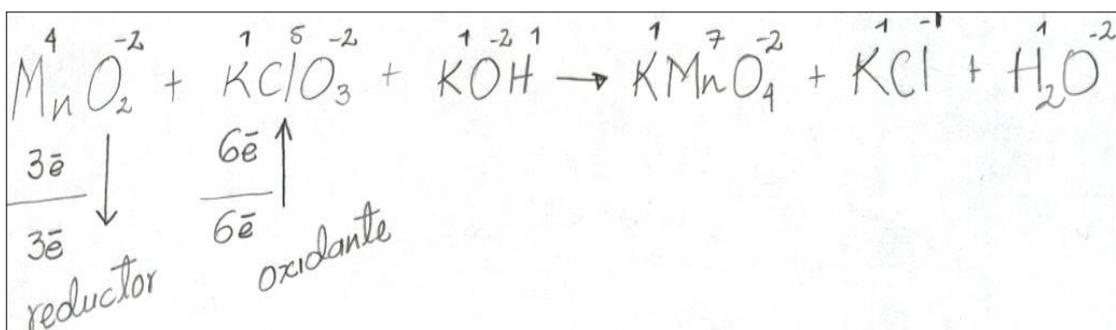


Figura 2. Empleo de símbolos en la pregunta 6.

7. ¿Con que otro campo del conocimiento podrías relacionar el balanceo de una ecuación? ¿Cuál te parece más adecuado usar? (otros conocimientos)

L.: “Con las matemáticas como lo digo en la pregunta anterior, y con la física en el principio de conservación de la energía ...la energía ni se crea, ni se destruye sino que se transforma... por ejemplo en un radio la

energía eléctrica para funcionar va de ser 50 joules a transformarse en sonora con el mismo valor, entonces la cantidad de energía va a ser constante, la misma”.

“Depende del contexto en el que se trabaje, si es en física se asumen los principios de conservación en física, si es en química los de ella”.

8. ¿Con que relacionas el hecho de balancear? ¿A que se te parece? (Otros conocimientos)

L.:” El hecho de balancear lo relaciono con igualar, equilibrar, a hacer que aparezca la misma cantidad en todo, no solamente en química, sino en todo lo que exista equilibrio ó balance”.

9. ¿Alguno de los conceptos de balanceo no fueron claros en algún momento? ¿Cuáles? ¿Por qué? ¿Qué te causó más dificultad a la hora de balancear? (Anomalías)

L.: “Todos los conceptos para mí fueron muy claros así como los dos métodos que presentó la profesora, aunque la mayor dificultad que tengo es la asignación de los coeficientes por que se diferencian del método con que se usen”.

10. Analiza la siguiente ecuación química: (Creencias metafísicas)



Si te dicen que al balancear la ecuación borraron un subíndice de los productos ¿Cuál de las siguientes sería tu respuesta? Explica.

- a. Está mal, por que se afecta el número de Avogadro.

- b. Está bien, por que no cambiaron ningún coeficiente.
- c. Está mal, por que se afecta la proporción definida.
- d. Está bien, por que no se pierde masa.

L.: “está mal por que se afecta la proporción definida, nunca se deben cambiar los subíndices sino los coeficientes, por que con ellos se afecta la cantidad de átomos de la ecuación y se alteraría el orden en la naturaleza de la ecuación”.

5.1. ANALISIS DE RESULTADOS

En las explicaciones de los estudiantes se observan los rasgos:

- ◆ Creencias y conceptos metafísicos: cuando no refuta las ideas sino que propone al principio de conservación de la materia como factor de importancia a la hora de balancear.
- ◆ Ejemplos e imágenes: al recurrir a esquemas tales como flechas, características de estados de oxidación como el de gases y el oxígeno y visualizaciones en el trabajo de laboratorio.
- ◆ Compromisos epistemológicos: influencia en sus respuestas en las ideas de conservación de la materia, de átomos y de estados de oxidación, presentando las características de las visiones generales del conocimiento tales como parsimonia, elegancia y economía, así como para las ideas exploratorias en sus explicaciones satisfactorias acerca del principio de conservación.

- ◆ Experiencia anterior: no se contradicen sus experiencias anteriores, sino que por el contrario ratifica la necesidad del conocimiento de los principios de conservación.
- ◆ Otros conocimientos: relaciona el hecho de balancear con la conservación de la energía en el área de la física y de la racionalización en operaciones matemáticas en ésta área, y destaca que no hay competencia entre ellas sino que se utilizan según el contexto.
- ◆ Anomalías: la alumna no presentó dificultades en el entendimiento de los conceptos, pero sí en la asignación de coeficientes a las ecuaciones cuando esta balanceando.
- ◆ Con respecto al rasgo de analogías y metáforas las respuestas no fueron representativas y la estudiante tampoco sugirió nuevas ideas para su propia comprensión del tema a través de ellas.

6. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Con la realización de la monografía se concluye que la ecología conceptual individual de un estudiante se puede determinar mediante la aplicación de instrumentos que permitan relacionarlos con las explicaciones al resolver ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas. Los instrumentos utilizados buscaban respuestas memorísticas, por la misma definición de ejercicio, se puede presentar un estudio que haga referencia a la forma como el estudiante resuelve problemas, ya que es un campo muy estudiado por la comunidad, en el cual no se han dado producciones en la resolución de situaciones problema relacionado con los rasgos de la ecología conceptual.

Los rasgos de la ecología conceptual pueden ser utilizados para analizar las respuestas que dan los estudiantes cuando realizan ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas, ya que permiten una revisión más detallada de las herramientas que utiliza para resolverlos, además permiten indagar directamente por los conceptos y la forma como se abordan en clase. Esta característica puede estar mediada por el ambiente escolar, por eso se hace necesario presentar investigaciones que contribuyan a la forma como los estudiantes realizan tareas en grupo y considerar si éste de alguna forma influye en los rasgos de la ecología conceptual.

Esta investigación contribuye a la conceptualización de la ecología conceptual en las investigaciones acerca de las percepciones de los estudiantes sobre las tareas escolares, ya que mediante el análisis de las explicaciones de los estudiantes al resolver ejercicios de balanceo de ecuaciones, se observó como la ecología conceptual hace parte de éstas, observándose en los estudiantes el uso que le dan a los conceptos cuando abordan este tipo de ejercicios.

Basados en la elaboración de instrumentos que permitan determinar la ecología conceptual de los estudiantes al realizar ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas, se sugieren investigaciones que permitan construir estrategias de aprendizaje en este tema, a partir de los datos obtenidos, que den cuenta del fin último del cambio conceptual, el cambio en la ecología conceptual de los estudiantes.

7. BIBLIOGRAFIA

BARBERA, O. (1990). Ajuste de ecuaciones químicas: ¿Por qué usar reglas arbitrarias y hechos ficticios? En: *Enseñanza de las ciencias*, 8 (1). 85-87.

BLAKLEY, G. R. (1982). Chemical equation balancing. *Journal of Chemical education*, 59, 728-734.

CHINN, C. y BREWER, W. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research* 63(1): 1-49.

CHUNSHI GUO, (1997). A New and General Method for Balancing Chemical Equations by Inspections. *Journal of Chemical education*. 74, 1365

DANIEL TAN, K. GOH, N K CHIA, L S y TREAGUST, D. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students' understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *J Res Sci Teaching* 39: 283-301,

DEMASTES, S., GOOD, R. Y PEEBLES, P. (1995) Students' Conceptual Ecologies and the Process of Conceptual Change in Evolution. *Science Education*, 79(6), 637- 666.

DEMASTES, S., SETTLAGE, J. Y GOOD.,R. (1995) Student's Conceptions of Natural Selection and Its Role in Evolution: Cases of Replication and Comparison. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (5), 535- 550.

GARCIA, A. (1987). A new method to balance chemical equations, *Journal of Chemical education*, 64, 247-248.

GARCIA G., J. J. (1998). Didáctica de las ciencias, resolución de problemas y desarrollo de la creatividad. 1ra ed. *Universidad de Antioquia*, Medellín. 357 págs.

GARRIGOS, L. (1984). Sobre el ajuste de ecuaciones químicas. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 79-80

GUNSTONE, R.F.; NORTHFIELD, J. (1994) Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16, 523-537.

HARJADI, W. (1986). A simpler method of chemical reaction balancing, *Journal chemical education*, 63, 978-979.

HERNDON, W. On Balancing Chemical Equations: Past and Present. *Journal chemical education* 1997 Vol. 74 No. 11 p. 1359

HEWSON, P. W. (1992) El cambio conceptual en la enseñanza de las ciencias y la formación de los profesores, *Ponencia presentada en el encuentro sobre "Investigación y Desarrollo del Currículo en la Enseñanza de las Ciencias*, CIDE: Madrid

HEWSON, P.W.; BEETH, M. E. (1995) Enseñanza para un cambio conceptual: Ejemplos de fuerza y movimiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 25-35.

HULLAND y MUNBY. (1994) Science, stories and sense-making: a comparison of qualitative data from a Wetlands Unit. *Science education* 78 (2), 117-136.

KOLB, D. (1981). Balancing complex redox equations by inspection. *Journal chemical education*, 58, 642-645.

MERINO, J. M. y DE DIEGO, A. M. (1984). Ajuste de ecuaciones redox por inspección. *Enseñanza de las Ciencias*, 2, 72-75.

OLSON J. A. (1997) An analysis of algorithmic method to balancing chemical reactions. *Journal chemical education*, 74, 538

PORTER, S. K. (1985). How should equation balancing be taught? *Journal chemical education*, 62, 507-508.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. Y GERTZOG, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227

POZO, J. I. Y GOMEZ CRESPO, M. A. Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata S. L. España 1998

REID, NORMAN AND YANG, MEI-JUNG. Open-ended problem solving in school chemistry: a preliminary investigation. *International Journal of Science Education*. Vol 24 (12), 2002 1313 - 1332

_____The solving of Problems in Chemistry: the more open-ended problems. *Research in Science & Technological Education*. Vol 20 (1) 2002 83 - 98

SOTO L., C. (2003a). Las contribuciones de la relación historia y la filosofía para una práctica más coherente de la educación en ciencias. Documento personal. *Grupo GECEM, Universidad de Antioquia, Medellín.*

SOTO L., C. (2003b). Una agenda de investigación en cambio conceptual. Documento personal. *Grupo GECEM, Universidad de Antioquia, Medellín.*

SOTO L., C. (2003c). Cambio conceptual y educación en ciencias. En: A. Zambrano, *Educación y formación del pensamiento científico*. Universidad del Valle. Bogotá, 111-136

STAKE, R. E., (1998). Investigación con estudio de casos. Madrid: Ediciones Morata. 120 págs.

STRIKE, K. Y POSNER, G. (1992) A revisionist theory of conceptual change. In R.A. Duschl and R. J. Hamilton (eds.), *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. New York: State University of New York Press, 147-176.

SWINEHART, D. F. (1985). More on chemical reaction balancing. *Journal of chemical education*, 62, 55.

TÓTH, ZOLTÁN (1997). Balancing Chemical Equations by Inspection. *Journal of chemical education*, 74, 1363.

_____. (2004) Students' Strategies and ERRORS in Balancing Chemical Equations. *Journal of science education* N 1, VOL 5, p.33-37.

TOULMIN, S., (1972). *Human Understanding, Vol.I: The Collective Use and Evolution of Concepts*. Princeton: University of Princeton Press.

5. ANEXOS

5. 1. INSTRUMENTOS APLICADOS

TALLER REALIZADO POR LA DOCENTE

1. Con tus palabras, ¿Qué es una reacción química?
2. ¿Cuales son los componentes de una reacción química?
3. ¿Como se representan las reacciones?
4. ¿Que entiendes por conservación de la materia en una ecuación química?
5. Con tus propias palabras describe ¿que es balancear una ecuación química?

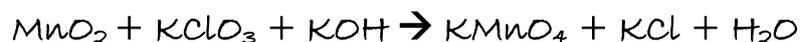
INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS

1. ¿Qué entiendes por balanceo de ecuaciones?
2. ¿Qué principios de la naturaleza son necesarios entender para balancear ecuaciones? ¿A que le dan respuesta estos principios?
3. ¿Qué experiencias anteriores te recuerdan el balanceo y como lo aplicaste? ¿esta nueva experiencia se contradice con la anterior?

4. ¿Qué imagen se te viene a la cabeza cuando balanceas una ecuación?

¿podrías dibujarla?

5. Observa la siguiente reacción:



Explica de qué manera balancearías esta ecuación

¿Qué pasos usarías?

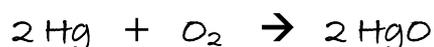
6. ¿Con que otro campo del conocimiento podrías relacionar el balanceo de una ecuación? ¿Cuál te parece más adecuado usar?

7. ¿Qué se requiere para saber como se hace el balanceo? ¿Qué estrategias utiliza y que esquemas construye para balancear una ecuación?

8. ¿Con que relacionas el hecho de balancear? ¿a que se te parece?

9. ¿Alguno de los conceptos de balanceo no fueron claros en algún momento? ¿Cuáles? ¿por qué? ¿Qué te causó más dificultad a la hora de balancear?

10. Analiza la siguiente ecuación química:



Si te dicen que al balancear la ecuación borraron un subíndice de los productos ¿Cuál de las siguientes sería tu respuesta? Explica.

- Está mal, por que se afecta el número de Avogadro.
- Está bien, por que no cambiaron ningún coeficiente.
- Está mal, por que se afecta la proporción definida.
- Está bien, por que no se pierde masa.