



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Facultad de Educación
Departamento de Ciencias y Artes

**EL USO DE MODELOS DIDÁCTICOS ANALÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DEL
CONCEPTO MOL**

Trabajo de investigación realizado por:

ARGEMIRO GUARÍN CARVAJAL

JORGE ALIRIO OROZCO CORTÉS

Dirigido por:

YESENIA ANDREA ROJAS DURANGO

Sonsón, Junio de 2011

Agradecimiento muy ferviente a Dios quien dirige nuestro trabajo, nos brinda método para aprender, lucidez para interpretar y expresarnos; permitiéndonos ser útiles a los demás y llegar a ser verdaderos orientadores de la humanidad. Igualmente a nuestras familias por su apoyo y comprensión a lo largo de este proceso.

Los autores.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	3
INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO UNO	5
1 MARCO REFERENCIAL	5
1.1 ANTECEDENTES	5
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.3 OBJETIVOS.....	13
1.3.1 OBJETIVO GENERAL:.....	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	13
CAPITULO DOS.....	14
2 MARCO TEÓRICO	14
2.1 DIVERSIDAD DE MODELOS	14
2.2 NATURALEZA DE LOS MODELOS.....	14
2.3 APLICACIÓN DE LOS MODELOS EN LA ENSEÑANZA	16
2.3.1 USO DEL MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO MOL.....	19
CAPITULO TRES.....	23
3 MARCO CONTEXTUAL	23
CAPITULO CUATRO	27
4 METODOLOGÍA.....	27
4.1 TIPO DE INVESTIGACION.....	27
4.2 ENFOQUE O PARADIGMA.....	27
4.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
4.4 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	29
4.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	30
4.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	31
4.6.1 INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	33
5 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION.....	37
6 RECOMENDACIONES.....	39
7 LISTA DE GRAFICOS	40
8 LISTA DE TABLAS	41
9 ANEXO A: UNIDAD DIDACTICA.....	41
10 ANEXO B: DIARIO DE CAMPO	42
12 BIBLIOGRAFIA.....	48

INTRODUCCIÓN

La práctica docente requiere de una constante reflexión sobre las labores a las que se ve enmarcado a diario el docente, como estrategia para lograr de forma adecuada una pertinente orientación del educando, en el proceso enseñanza aprendizaje. En este sentido, el presente trabajo aborda el mol como uno de los conceptos fundamentales en el estudio de la química, especialmente en el análisis estequiométrico; mediante un estudio de caso en donde se reflexiona sobre las principales dificultades que presentan los estudiantes a la hora de abordar este tema. De igual manera se realiza el uso de modelos didácticos analógicos como alternativa que permita en los estudiantes hacer una transición de una realidad conocida con otra desconocida, especialmente aquellas que requieren de un alto nivel de abstracción.

Con el fin de brindar líneas de acción que contribuyan a la práctica docente y conlleven a futuras investigaciones relacionadas con el concepto abordado en esta investigación, se realizan algunas recomendaciones finales, que motiven la reflexión sobre la forma en que se presentan las ciencias en las aulas de clase y se generen espacios de investigación que propendan al mejoramiento de los procesos pedagógicos.

CAPITULO UNO

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Muchas son las dificultades que en torno al concepto mol y la cantidad de sustancia presentan los profesores de ciencias, como es lógico esto repercute negativamente en el proceso de aprendizaje de los estudiantes; observándose en general que las ambigüedades en el proceso de enseñanza influyen en los aprendizajes de los mismos. De acuerdo con Gabal y Bunce 1994 (citados por Rafael Azcona; Carlos Furió; Jenaro Guisasola 2002) “el concepto mol en sí obedece a una construcción netamente convencional, de carácter científico, los estudiantes están lejos de disponer de un pensamiento intuitivo sobre el mismo, y por lo tanto sus concepciones surgen como consecuencia de una instrucción deficiente o de estrategias de enseñanza inadecuadas”.

El concepto ha sido creado para ayuda de los cálculos químicos y, tiende a ser confundido como una medida de la cantidad de masa y/o de la cantidad de partículas; es decir, aún hoy conserva sus matices iniciales desde su construcción conceptual planteada por Ostwald en 1.900. El concepto como tal no ha superado, para la gran mayoría de educadores de ciencias a lo largo del siglo pasado y la primer década de este nuevo siglo, el devenir histórico, los obstáculos epistemológicos propios a los que se ve abogado todo concepto científico y, por el contrario ha estado asociado a ideas confusas, trayendo consigo instrucciones inadecuadas y procesos de enseñanza poco favorables. Como señalan Furió y Guisasola (1998) “comprender un concepto científico no consiste solamente en conocer el significado preciso de su definición, es necesario saber más. Es necesario conocer en qué contexto surge, con qué otros conceptos se

relaciona y se diferencia, en qué condiciones socio-históricas se formó, que cambios ha sufrido, etc.”

El concepto mol surge en primera instancia como una diferencia de tipo estrictamente teórico entre defensores de la teoría atomista y sus opositores equivalentistas, corriente ésta última a la cual Ostwald se adhiere. Furió, Azcona y Guisasola (2002), hacen referencia a los dos problemas fundamentales en el contexto de la química del siglo XVIII: la composición en peso de las sustancias compuestas y el cálculo cuantitativo de las proporciones en peso con que se combinan las sustancias en las reacciones químicas. El objetivo de los químicos de la época era equiparar la química, en cuanto a “rigor matemático”, con la física.

Ostwald entonces introduce el concepto mol asociado al concepto masa “peso normal o molecular expresado en gramos” en contraposición con el término molécula, que en latín traduce “masa pequeña”; la cual era ampliamente usada por los químicos defensores de la teoría atomista de Dalton y Avogadro. Es importante resaltar que la concepción inicial del mol como masa expresada en gramos dio origen en el siglo pasado a la introducción de conceptos como: átomo-gramo, molécula-gramo y masa fórmula-gramo, los cuales buscaban la convergencia de ambas teorías de las reacciones químicas en oposición.

En el desarrollo histórico de la construcción del concepto mol, es fundamental mencionar que el problema de las cantidades en los cambios químicos no se resolverá de manera definitiva hasta la introducción de la magnitud “cantidad de sustancia”, de la cual la unidad será el mol. Esto se consiguió en 1.961 por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP); entidad que un año después de la Conferencia General de Pesas y Medidas, celebrada en Sevres (Francia), propone además de las magnitudes físicas definidas antes por la Conferencia, introducir la magnitud “cantidad de sustancia” la cual usará como unidad básica de medida el mol.

“El mol se define como la cantidad de sustancia que contiene tantas moléculas (o iones, o átomos, o electrones, según sea el caso) como átomos hay en exactamente 12 gramos de núclido ^{12}C de carbono puro.” Guggenheim, 1986 (citado por Furió, Azcona,

Guisasola. 1998). Lo relevante de la redefinición del concepto mol por parte de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP), es la independencia de la magnitud cantidad de sustancia de la magnitud masa; por lo tanto, la cantidad de sustancia es una de las siete magnitudes fundamentales de la física, que se diferencia claramente de la masa (m), el volumen (V) y el número de partículas (N). Otro punto a favor de la nueva interpretación del concepto mol es la propiedad de contabilizar en el campo macroscópico las entidades elementales; por esta razón, la redefinición del concepto obedece a razones netamente de comodidad ante la imposibilidad de contar partículas pequeñas directamente en el nivel submicroscópico. Actualmente, la comunidad científica, a través de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), atribuye a la cantidad de sustancia otro significado: es la unidad de la magnitud macroscópica que sirve para contar entidades elementales (Furió, Azcona, Guisasola, 2.002)

Se puede apreciar como el concepto mol ha tenido un origen contextual, sociohistórico y cómo se ha ido modificando gradualmente desde su concepción inicial; esto raras veces se presenta en los pensum universitarios a los maestros de ciencias en formación, los cuales una vez en ejercicio operan de forma deficiente y anacrónica el concepto en sus procesos de enseñanza ocasionando serios prejuicios a los estudiantes a cargo. Al respecto, Furió y otros (1993), (citado por Furió, Azcona, *Guisasola. 2002*) señalan que “la forma operativista con que se introduce el concepto mol, sin ninguna aproximación a las ideas cualitativas que conlleva el concepto, suprime significado químico a esta unidad, resultando difícil de comprender por parte del alumnado”. Históricamente el surgimiento del concepto mol (unidad) ha precedido a la introducción de la magnitud cantidad de sustancia; este hecho adicionado a la evolución sufrida por el mismo, explican el carácter controversial de tales conceptos.

Investigaciones realizadas por Furió, Azcona y Guisasola (1.999) sobre las concepciones que el profesorado tiene en torno al concepto mol, muestran como se realizan transposiciones didácticas inadecuadas del concepto, al incorporar el significado equivalentista con el que Ostwald lo introdujo en 1900. Además, gran número de educadores de ciencias tienen una idea confusa del concepto cantidad de

sustancia identificándolo como masa o con un número de entidades elementales. Esta concepción está acorde con la definición del concepto mol presentado en la mayoría de los textos de química y publicaciones de prestigio.

Este problema planteado por las investigaciones trasciende el nivel de la química de educación secundaria y media, por ello algunos estudios plantean investigaciones en torno al tema en las Facultades de Química, y en aquellas que conllevan a la formación inicial y continuada del profesorado. En general, la práctica docente ha dado prevalencia al nivel simbólico en la enseñanza de los conceptos científicos, en particular el concepto que se aborda en este trabajo, menospreciando el nivel macroscópico y, por supuesto, olvidando las relaciones entre los niveles macroscópicos y microscópicos de representación de la materia. Es obvio que se presenten entonces dificultades en el proceso enseñanza-aprendizaje del concepto cantidad de sustancia, toda vez que su invención convencional como unidad macroscópica tiene relación directa con el nivel de representación microscópica de las sustancias químicas. Normalmente, la dificultad en la enseñanza del concepto mol, se encuentra relacionada a la simplificación del concepto. El desconocimiento de su historia y evolución hace que en la mayoría de los casos se utilice incorrectamente, generando que los estudiantes lo relacionen con otros conceptos teóricos como: equivalente-gramo, átomo-gramo, átomo-molecular, equivalente electroquímico y normalidad; así, la no diferenciación imposibilita no sólo la comprensión del concepto sino que conlleva a la utilización errónea de las unidades de medida.

En la investigación de Cervellati y otros 1982 (citados por Furió, Azcona y Guisasola 2002) encuentran que los estudiantes de secundaria percibían el mol como una masa, no lo utilizaban como unidad de «cantidad de sustancia» y relaciona estas deficiencias con las dificultades de los estudiantes en la resolución de problemas. Lo que el estudio mencionado refleja es que esta dificultad para hacer una relación del concepto mol y la cantidad de sustancia presenta marcada influencia en el estudio de la estequiometría; al no existir una comprensión profunda del concepto se produce una memorización de hechos y algoritmos que carecen de una comprensión profunda de la materia. De otro

lado, existe consenso en la investigación didáctica actual en que los estudiantes carecen de una concepción científica del mol Gabel y Bunce, 1994 (citado por citado por Rafael Azcona; Carlos Furio; Jenaro Guisasola 2002). Mediante una encuesta acerca del concepto de mol dirigida a una amplia población estudiantil desde educación secundaria (16 años) hasta primer curso universitario (19 años), García y otros (1990) refieren elevados porcentajes de respuestas erróneas, que discrepan de la definición de la IUPAC, y concluyen que hay un aprendizaje superficial del concepto.

En términos generales investigaciones como las de Acevedo y Manassero, (2004); Espinoza y Román, (1998) y Escudero, 1985 (citado por Martínez, Villamil y Peña, 2006) indican que el desinterés y la ausencia de una actitud favorable por parte del estudiantado hacia la ciencia, en particular hacia la química, tiene que ver con la enseñanza descontextualizada de los conceptos y el seguimiento de una ruta memorístico-repetitiva y poco interpretativa; que en último término llevan a la apatía y al deterioro en el interés hacia la ciencia en el tránsito gradual de un estudiante de educación primaria a secundaria, al llegar al encuentro con ciencias experimentales como física y química para las cuales creen tener dificultades y obstáculos que limitan su aprendizaje. Como lo señalan Martínez, Villamil y Peña, 2006 la educación en ciencias no solo debe promover el aprendizaje de conceptos científicos, sino también, debe propiciar adquisición de actitudes e intereses favorables hacia la ciencia logrando con esto un desarrollo en el individuo de habilidades participativas, argumentativas y propositivas; a la vez que le permiten al educando el desarrollo de capacidades para resolver problemas propios de su entorno. Por tal motivo, la actitud negativa de los alumnos hacia la ciencia y en particular hacia la química pone en evidencia la necesidad de diseñar y aplicar estrategias que busquen en ellos interés y un cambio actitudinal hacia la ciencia; pues los estudios al respecto arrojan como común denominador que las causas de dicha apatía se encuentran posiblemente en que los estudiantes de la educación básica y media no encuentran relación entre los conceptos que aprenden y el mundo en que viven; es decir, palabras más palabras menos los conceptos científicos se perciben de manera descontextualizada y esto provoca en el

alumnado desinterés por emprender estudios científicos adecuados que permitan la solución eficiente de problemas que plantea a cada instante el medio circundante.

Esto lleva implícito un cambio curricular que trascienda más allá de la lógica de transmisión de contenidos que ha caracterizado los planes de estudio; en este sentido, es necesario repensar las relaciones verticales entre maestro y estudiante, y las relaciones entre escuela y entorno natural y social, que favorezca en última instancia una articulación permanente entre contextos, actores sociales, constructos científicos y tecnológicos. Así, se consigue un cambio actitudinal en los estudiantes de ciencias propiciando en ellos el aprendizaje de conceptos de forma clara, agradable, amena e interesante.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las dificultades más sentidas en los estudiantes del CLEI¹ cinco (5) del Colegio Integral para Jóvenes y Adultos “Celia Ramos Toro” del municipio de Sonsón son sin duda alguna la escasa comprensión de los conceptos científicos. De ahí que sea necesaria, una intervención, a través de nuestra práctica pedagógica, que propenda por una adecuada preparación de los estudiantes, para ello se utilizará como pretexto el estudio del concepto mol.

Las investigaciones han reflejado como la mayoría de los estudiantes de la básica secundaria, media vocacional e incluso nivel universitario, muestran una marcada resistencia hacia el análisis de temas químicos. Adicionalmente, el problema didáctico planteado en torno al concepto mol es bien complejo, porque el uso que en unos casos

¹ Esta modalidad educativa está regulada por el decreto 3011 de 1997. Los Ciclos Lectivos Especiales Integrados (CLEI) de la educación básica y la media académica corresponden a los lineamientos generales de los procesos curriculares del servicio público educativo, establecidos por el Ministerio de Educación Nacional teniendo en cuenta que dichos ciclos están organizados de tal manera que los logros académicos alcanzados tengan correspondencia con los Ciclos Lectivos Regulares de la educación básica y media

se le da como peso o masa, en otros como volumen y en otros como número dificulta su comprensión. Como señala Gower 1977 (citado por García Martín, Pizarro Galán, Perera Cendal, Martín Díaz, Bacas Leal) “los conceptos teóricos son más difíciles de comprender que los empíricos, y el concepto mol es el concepto que se halla en la más alta escala jerárquica de los teóricos, representando sin duda alguna uno de los conceptos científicos más difíciles para su aprendizaje”. No obstante, los más recientes trabajos sobre modelización didáctica en ciencias sugieren algunas rutas para generar estrategias distintas de enseñanza que posibiliten mayores oportunidades a los estudiantes en el acercamiento a la química. Los expertos poseen una red muy rica y compleja en numerosos órdenes y conectadas entre sí por correspondencias, analogías, semejanzas y metáforas; ellos utilizan representaciones implícitas y explícitas, con gran movilidad entre las mismas. Además y con fines didácticos utilizan simplificaciones de modelos complejos. Los alumnos por su parte, están afectados por una rigidez representacional, carecen de un vocabulario específico y de conceptos que les permitan articular en su estructura cognitiva el nuevo conocimiento; por tanto, deben renunciar a dar al fenómeno la significación que podría darle el científico, ensayando en su lugar una modalidad de aprendizaje memorístico y ocultando sus propias ideas sobre la situación; tal como lo señalan Galagovsky y Bravo (2.001).

En el presente proyecto, se pretende poner en práctica el conocimiento actual sobre modelos y modelización para la enseñanza de la química, en el caso concreto del concepto mol; de funcionar la estrategia permitiría a los estudiantes reconocer la importancia del uso de modelos en química como puente para transitar del nivel macroscópico al microscópico y viceversa, sin mayores inconvenientes. Comprendemos que esta transición en el estudiante de un nivel a otro, conlleva desconcierto en el mismo porque se enfrenta a elaboraciones conceptuales abstractas y complejas, las cuales no entiende claramente y demanda una reestructuración en su nivel de comprensión. Igualmente se favorecería la familiarización con el lenguaje químico, su simbología y el uso racional, no mecánico a futuro, En cambio, de no presentarse una intervención es indudable que las estadísticas sobre los alumnos que no llegan a percibir el concepto mol y sus implicaciones en profundidad será cada vez mayor.

Como lo señalan (Castelán y Hernández, 2.008), el término mol es un tópico central en el estudio químico de las relaciones estequiométricas, su falta de comprensión implica:

- Que el tema continuará siendo un tópico de alto nivel de abstracción para los alumnos.
- Gran número de conceptos que el estudiante debe manejar quedarían sin bases sólidas.
- Continuará la tendencia marcada hacia pocos estudios estratégicos por parte de docentes en ciencias para hacer de dicho tópico, un tema atractivo e interesante para los alumnos.
- Seguirá presentándose una deficiente introducción en el manejo y dominio del lenguaje químico, por parte de los estudiantes, debido a la falta de compromiso previo por el docente para dar a conocer este lenguaje. Esta falta de conocimiento de los elementos estructurales de dicho lenguaje, crea un bache en los nuevos aprendices de ciencias los cuales terminarán en un estado de confusión y de posterior desmotivación y desánimo.
- Una aplicación mecánica de algoritmos de cálculo proposicional (razones y proporciones) sin una conciencia clara de lo que hacen y sin una interpretación real y práctica de lo que se obtuvo en los resultados.

Con el fin de introducir a los estudiantes en la comprensión del concepto mol, realizaremos diferentes actividades que proporcionan información sobre el nivel de comprensión del concepto por parte de ellos; una vez identificado el grado de comprensión, se procederá a presentar analogías relacionadas al concepto. En estas actividades los estudiantes harán una construcción de sus propios conocimientos mediante el cambio en sus modelos mentales de este concepto y la incorporación a un nivel de mayor coherencia en la comprensión, de los modelos conceptuales. Los estudiantes serán guiados en este proceso evitando que se generen interpretaciones inadecuadas en la comprensión de las analogías presentadas; de esta manera se

busca evitar que se sigan presentando confusiones en la comprensión de este tópico y fijar las bases para la correcta comprensión de temas como la estequiometría, la cual constituye una de las principales bases en el aprendizaje de la química.

Con este trabajo se pretende contestar la siguiente pregunta:

¿De qué manera los modelos didácticos analógicos pueden facilitar el aprendizaje del concepto mol a los estudiantes del CLEI 5 de la Institución Educativa Celia Ramos Toro, del municipio de Sonsón?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Analizar el impacto que tiene en los estudiantes del CLEI 5 del Colegio Integral para Jóvenes y Adultos “Celia Ramos Toro” una propuesta para la enseñanza del concepto mol en la que se recurre al uso de modelos didácticos analógicos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Identificar y caracterizar los problemas más frecuentes que presentan los estudiantes del CLEI 5 de la institución educativa “Celia Ramos Toro” en la apropiación del concepto mol.
- Evaluar los resultados obtenidos cuando se emplean modelos didácticos analógicos para la enseñanza del concepto mol.

CAPITULO DOS

2 MARCO TEÓRICO

2.1 DIVERSIDAD DE MODELOS

Es importante puntualizar que las investigaciones sobre modelos arrojan una diversa gama de clases entre las que cabe mencionar: modelos científicos (teóricos), modelos mentales, modelos didácticos, modelos analógicos, modelos didácticos analógicos, modelos escolares, etc. Todos ellos, tienen como común denominador representaciones de contenidos buscando con esto la interpretación del aspecto estudiado. En este sentido, siguiendo la línea de (Viau, 2.008) los modelos al igual que los operadores lógicos y matemáticos de una teoría, obran como operadores representacionales mentales de la realidad que encierra la teoría.

En esta investigación nos referiremos a los modelos analógicos, como aquellos en donde los alumnos pueden hacer representaciones didácticas basadas en la relación de un concepto desconocido con otro conocido para la comprensión de un concepto científico, particularmente el concepto mol motivo de este estudio.

2.2 NATURALEZA DE LOS MODELOS

Cabe destacar la importancia del uso de los modelos en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, toda vez que ellos representan el mejor retrato de la actividad científica Gilbert, 1991 (citado por citado por VIAU, Javier; Moro, Lucrecia; Zamorano, Raúl; Gibbs Horacio. 2008) y promueven, gracias al razonamiento usado en ellos, precisiones intrínsecas de la ciencia; en el sentido que los modelos van primero, y

luego se produce la abstracción para crear las expresiones formales que conforman las leyes y los axiomas de las teorías Nersessian, 2007 (citado por VIAU, Javier; Moro, Lucrecia; Zamorano, Raúl; Gibbs Horacio. 2008). Ahora bien, resulta que el marco de comprensión de un modelo no puede estar referido a una sencilla definición que lo considere una simple noción, con una única estructura interna. El modelo por su parte, abarca varias estructuras internas (conceptual, didáctica y epistemológica) que enmarcan el concepto y le dan cabida a las distintas variantes que emergen de la idea: modelo científico, modelo didáctico, modelo analógico, etc. Para una mejor comprensión de estas estructuras fundantes del modelo, es importante resaltar que la construcción de un modelo mental inicial comienza con una operación en la cual se relacionan las representaciones de dos situaciones (análogo y tópico) y se abstrae la estructura común (relación analógica) para todas las relaciones existentes entre ellas Gick y Holyoak, 1980 (citado por Gonzalez González Martín), así el estudiante adquiere un modelo mental que aplicará a futuros aprendizajes y perfeccionamientos paulatinos del modelo, pues este no es concebido de un todo acabado; sino que está en permanente estado de evolución hasta alcanzar estadios más complejos como lo son los modelos conceptuales. La relación analógica que conecta la situación conocida “análogo” a la situación desconocida “tópico” lleva implícita la analogía que por una parte correlaciona la situación familiar al estudiante con otra nueva desconocida y, favorece adicionalmente, la construcción de modelos mentales más comprensibles que le permiten a éste un aprendizaje menos memorístico y más significativo. Por lo anterior, como lo menciona (González, 2002) la analogía puede considerarse como un proceso en el que, mediante la comparación del análogo y del tópico, se establece una correspondencia de relaciones entre las características similares de ambos. Se puede imaginar esta malla de relaciones como un entretejido que relaciona las características similares del análogo y del tópico, y que se llama trama de relaciones o relación analógica. Retomando nuevamente las estructuras internas que conforman el concepto de modelo, detallaremos que en su estructura conceptual todo modelo sustenta varios conceptos que corresponden al sistema formal que interpreta; estos conceptos están lógicamente secuenciados y relacionados brindando un soporte a las evidencias

observacionales Gallego Badillo, 2004 (citado por VIAU, Javier; Moro, Lucrecia; Zamorano, Raúl; Gibbs Horacio. 2008).

La estructura didáctica tiene por objeto ayudar a construir la estructura conceptual que tiene asociada cada modelo, gracias a una variedad de recursos didácticos donde las analogías actúan como entes sustitutos de la realidad. Al respecto, cabe mencionar que son muchas las analogías usadas en el aula de clases; pero muy pocos los modelos didácticos, al igual que los modelos científicos, que dan cuenta de una estructura conceptual mediante el uso de entes sustitutos (análogos) que tengan un carácter predictivo más que el simple argumentativo. En lo concerniente a la estructura epistemológica se propone tomar el progreso científico como eje de un estudio filosófico en el cual se sitúen regularmente, en una misma línea de acción, las distintas concepciones filosóficas partiendo del animismo y llegando al superracionalismo Bachelard, 2003 (citado VIAU, Javier; Moro, Lucrecia; Zamorano, Raúl; Gibbs Horacio. 2008). Esta estructura a simple vista parece polémica, en el sentido que convoca distintas filosofías; pero, mirándola con un verdadero espíritu científico contemporáneo nos lleva a la pluralidad y la dialéctica del pensamiento. Una consecuencia práctica que se obtiene del análisis de estas estructuras internas del modelo, la constituye la transferencia epistemológica que como la concibe (Viau, 2.008) es una medida del grado de racionalismo alcanzado, y surge de la utilización en el aula de un modelo didáctico como recurso de enseñanza. Este grado de racionalismo es producto de su estructura conceptual y didáctica, y refleja los alcances del mismo.

2.3 APLICACIÓN DE LOS MODELOS EN LA ENSEÑANZA

Centrando nuestro interés en el modelo analógico es pertinente abordar lo planteado por (González, 2002) quien hace alusión a una analogía como una propuesta representativa de las estructuras del análogo y del tópico. Mediante una trama de relaciones se comparan, fundamentalmente, los nexos semejantes entre ambos. Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia de

conocimiento del análogo al tópico. Ahora bien, las analogías como recursos didácticos útiles, ofrecen muchas ventajas en el proceso de enseñanza-aprendizaje: facilitan la visualización de los conceptos teóricos abstractos; permiten organizar y contextualizar la información, mejorando así su recuerdo; favorece la disposición positiva hacia el aprendizaje por parte del alumnado; permite construir el conocimiento y desarrollar el pensamiento creativo, facilitando de esta manera el aprendizaje en los estudiantes. Es posible inferir, según Holyoak y Koh, 1987 (citado por VIAU, Javier; Moro, Lucrecia; Zamorano, Raúl; Gibbs Horacio. 2008) que toda analogía lleva implícito un razonamiento analógico, el cual es un proceso en el que por transferencia de conocimiento se pasa de una situación conocida (análogo), a un conocimiento aplicable a una nueva situación (tópico). Del mismo modo, un modelo didáctico analógico se crea con un fin didáctico que conlleva a organizar la ciencia desde distintas perspectivas filosóficas (un poco de realismo, un poco de empirismo, otro de racionalismo, etc.). En síntesis como lo plantea (Viau, 2.008) se puede establecer que los modelos didácticos analógicos son mediaciones entre un modelo teórico y su interpretación que posibilitan crear representaciones con un fin didáctico. Se construyen como una propuesta, dotada de una estructura interna coherente que abarca una serie de conceptos sustituidos, secuencias y actividades cognitivas permitiendo construir un puente imaginario de entendimiento entre un modelo teórico, el docente y el alumno, con una transposición didáctica que puede ser ponderada mediante la mediación de la transferencia epistemológica. En este sentido como lo plantean Galagovsky y Cols, 2003 (citado por Adúriz Bravo, Agustín; Garófalo, Judith; Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. 2005) se debe tener en cuenta que los científicos construyen modelos mentales expertos acerca de determinados fenómenos. Los modelos mentales expertos “no se ven”, pues están en las mentes de los científicos, quienes los discuten en publicaciones con pares, definiendo, finalmente modelos científicos; luego los docentes simplifican los modelos científicos y construyen sus propios modelos mentales acerca de ellos, para comunicar a los estudiantes estos modelos de ciencia escolar, utilizando una variada gama de representaciones didácticas, que involucran complementariamente diferentes lenguajes (verbales, gráficos, visuales, matemáticos, etc.). Seguidamente los estudiantes construyen sus propios modelos mentales idiosincráticos en función de la

información que reciben de sus profesores y de los textos; éstos suelen estar basados en el “sentido común” y ser muy cercanos a la realidad perceptible Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001 (citado por Adúriz Bravo, Agustín; Garófalo, Judith; Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. 2005)

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente el aprendizaje de la ciencia requiere de una reorganización de las representaciones intuitivas que tienen los alumnos, muchas veces establecidas a través de relaciones de causalidad simple. Según Aduriz- Bravo y Galagovsky, 1997 (citado por Adúriz Bravo, Agustín; Garófalo, Judith; Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. 2005) este cambio representacional debe incorporar la comprensión de los conceptos y los modos de elaboración de las ciencias para lo cual se evoluciona desde los modelos conceptuales hacia los teóricos. La intermediación se puede realizar a través de la instrucción utilizando modelos didácticos analógicos. Según Putnam, 1975 (citado por Adúriz Bravo, Agustín; Garófalo, Judith; Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. 2005), los modelos didácticos son nuevas representaciones de los modelos teóricos para exponerlos ante los alumnos reduciendo su nivel de abstracción matemática y hacerlos más accesibles. Sin disminuir la característica conceptual del modelo teórico, se trata de transfigurarlos mediante esquemas que utilicen sucesivas analogías, mientras que se mantiene la continuidad conceptual ya que permanecen los referentes ontológicos. Las analogías son una herramienta importante para la instrucción pero a condición de que el profesor y los alumnos adquieran una visión en común sobre el análogo y se describan sus limitaciones comparado con el modelo teórico. Se espera del alumno una toma de conciencia sobre sus procesos y eventos cognitivos para que pueda evaluar los progresos y resultados, comprendiendo su propia versión acerca de la naturaleza de su conocimiento y sobre el proceso de aprendizaje, es decir sobre sus esencias epistemológicas (Zamorano, 2006)

2.3.1 USO DEL MODELO DIDÁCTICO ANALÓGICO EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO MOL.

Frente a los obstáculos epistemológicos y propios en el desarrollo del concepto mol que deben afrontar los estudiantes al iniciar por primera vez un curso de química básica, y que ponen en riesgo la comprensión conceptual hacia dicha ciencia tenemos un aporte interesante realizado, por los investigadores Ingle y Shayer (1971), 1971 (citado por García Martín, Pizarro Galán, Perera Cendal, Martín Díaz ,Bacas Leal) los cuales trabajando en la línea del desarrollo conceptual de Piaget, describen que para entender el concepto mol en su totalidad, los estudiantes precisan alcanzar el nivel conceptual 3B, caracterizado por las capacidades de: comprensión de la proporción múltiple; uso de símbolos abstractos para resolver problemas; relación entre causas y efectos; emisión y comprobación de hipótesis. En este mismo orden de ideas, las investigaciones realizadas por Mckinson y Reuner, 1971 (citado por García Martín, Pizarro Galán, Perera Cendal, Martín Díaz,) hacia la pregunta ¿han alcanzado nuestros estudiantes el nivel 3B cuando se enfrentan al concepto mol?, afirman que el 50% de los alumnos son incapaces de usar las estructura de razonamiento formal correspondientes al nivel 3B de Piaget. Una propuesta interesante ante dicha problemática, y que se busca desarrollar en el presente trabajo la constituye el Modelo Didáctico Analógico (MDA) que según (Galagovsky y Bravo, 2.001) busca trascender el recurso didáctico de análogo concreto y simultáneamente acercar al estudiante al modelo científico; con la metodología de los siguientes pasos secuenciales:

- Abordar el MDA antes de abordar el tema específico con su referente científico.
- Presentar la información proveniente de la ciencia erudita a través de un texto o exposición, donde esté el tema descrito en un lenguaje científico adaptado al nivel de escolaridad del alumno (recurso de la unidad didáctica, por ejemplo).

La falta de comprensión de algunos conceptos ligados a los temas de la química están estrechamente relacionados con la concepción que tienen los estudiantes sobre las verdades absolutas, las cuales son presentadas por algunos profesores y la mayoría de libros de texto; los estudiantes al no contar con una parte activa en el proceso de

aprendizaje, se convierten en receptores pasivos de conceptos, que aunque parezcan confusos son aceptados como verdades acabadas que no pueden ser estudiados con mayor profundidad para encontrar un sentido más fehaciente que el que se les ha presentado en esos momentos. Otro de los factores que tiene serias implicaciones para la comprensión de conceptos químicos y especialmente el concepto de mol, el cual nos interesa en esta investigación, son las concepciones que tienen los estudiantes quienes creen que comprenden los términos por estar de acuerdo con definiciones que se ajustan a problemas planteados en libros de texto; en este sentido se emplean diferentes definiciones de manera inconsciente sin tener en cuenta que estas hacen referencia a diferentes situaciones, y es precisamente el significado de la palabra mol a la cual se le atribuyen diferentes significados como número de Avogadro, Átomo-gramo entre otras significaciones incorrectas. Así mismo, al no contar con una construcción de los conceptos correctos en la comprensión de los términos, los estudiantes de media vocacional seguirán presentando dificultades en la comprensión de otros temas relacionados, en este caso con el tema de la estequiometría el cual es una derivación de la comprensión del concepto mol como cantidad de sustancia. Por otra parte los estudiantes al contar con conceptos que resultan difíciles de comprender pierden el interés en las ciencias considerándolas aisladas de la realidad, y algo que solo puede ser comprendido por unos cuantos que gozan de estos privilegios. En este sentido la idea de que los alumnos participen activamente en la elaboración de una analogía no es algo caprichoso y arbitrario, sino que, contrariamente, responde a una auténtica necesidad. En suma, las analogías pueden constituir instrumentos idóneos para desarrollar la creatividad, la imaginación y las aptitudes y actitudes necesarias para el uso crítico de modelos científicos y para ser capaz de modelar la realidad por uno mismo (Gilbert, 1993; Harrison y Treagust, 2000; Oliva, 2004). De igual manera, la estrategia de enseñanza basada en un modelo didáctico analógico, busca la creación de modelos basados en un modelo constructivista; en donde los estudiantes tienen la oportunidad de crear sus propios modelos mediante el acompañamiento de los maestros. Las estrategias de enseñanza que se utilizan se enmarcan dentro de una orientación constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje Posner, 1982; Osborne y Wittrock, 1983; Driver y Oldham, 1986; Burbules y Linn, 1991; Duschl y

Gitomer, 1991; Hudson, 1992; Gil, 2002 y, en concreto, del modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación orientada Furió y Gil, 1978; Gil, 1999; Furió, 2001. (Citados por *Furio, Azcona, Guisasola. 2003*), Este modelo ya ha sido experimentado con bastante éxito en la enseñanza de otros conceptos científicos complejos como, por ejemplo, las reacciones ácido-base Bárcenas, 2000 (citado por *Furio, Azcona, Guisasola. 2003*), el campo eléctrico Furió, 2003 o la conservación de la energía Solbes y Tarín, 2000 (citado por *Furio, Azcona, Guisasola. 2003*)

Numerosos trabajos de investigación publicados durante las últimas décadas en revistas especializadas en didáctica de las ciencias han mostrado una creciente preocupación en torno a la enseñanza aprendizaje del concepto de mol. Se trata, por tanto de un problema relevante y de plena actualidad, debido no sólo a las repercusiones que puede tener en la enseñanza y aprendizaje de este concepto, sino también a sus consecuencias respecto a la resolución de problemas de estequiometría. Schmidt, 1994; Doiri y Hameiri, 1998 (citados por Furió, Azcona, y Guisasola, 1999). En contraste con algunos conceptos físicos, especialmente mecánicos, donde la intuición de los alumnos o sus ideas preconcebidas juegan un importante papel, el concepto de mol o la estequiometría de una reacción química son ideas completamente novedosas para nuestros alumnos, que difícilmente puede haberlas intuido previamente en su aprendizaje escolar y que constituyen una fuente de ideas confusas (García 1990) (citado por Andrés Bernal Ballén, 2005)

El aprendizaje significativo del concepto mol en los cursos introductorios de química es un problema sin resolver a pesar de la abundante bibliografía sobre esa temática y que con frecuencia aparece en la literatura didáctica. Se detectan en el aprendizaje de este concepto gran cantidad de ideas imprecisa Caamaño et al, 1982. (Citado por Andrés Bernal Ballén, 2005)

En este sentido se propone la utilización de analogías para la introducción de un concepto estructurante como aquél que se determina a partir del análisis de las teorías

científicas actuales y de su historia, y son aquellos los que permiten la transformación de una ciencia, la elaboración de nuevas teorías, la utilización de nuevos métodos e instrumentos conceptuales. Por ejemplo, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el concepto de relación entre los fenómenos macroscópicos y el sustrato microscópico determinan la aparición de nuevos problemas a resolver en la física (estructura de la materia), la química (composición de las sustancias) y la biología (estructura celular). Gagliardi 1986 (citado por Andrés Bernal Ballén, 2005) ha desarrollado dentro del modelo constructivista, la idea de los conceptos estructurantes. Se trata de conceptos que van a transformar el sistema cognitivo del alumno de tal manera que le van a permitir, de una forma coherente, adquirir nuevos conocimientos, por construcción de nuevos significados, o modificar los anteriores, por reconstrucción de significados antiguos. De ahí la importancia de tener en consideración las concepciones alternativas de los alumnos en cuanto a la identificación de los conceptos estructurantes y de sus orígenes.

CAPITULO TRES

3 MARCO CONTEXTUAL

La Institución Educativa Integral Celia Ramos Toro se encuentra ubicada en el municipio de Sonsón, al suroriente de Antioquia en la Subregión Páramo, con una distancia media de 114 Km. de la capital antioqueña. Dicha Institución de carácter oficial, nace el 2 de octubre de 1.996, con la articulación de las nuevas tendencias educativas surgidas de la filosofía de la ley general de educación (115/94) donde adquieren cuerpo y toman forma diferentes programas de educación formal, no formal e informal (artículo 10). El propósito básico de la creación de esta Institución es mejorar la calidad de la educación para jóvenes y adultos que se venía ofreciendo en el municipio, buscando para ello racionalizar los recursos físicos, humanos e institucionales existentes. Se consolida así un nuevo proyecto educativo para esta nueva institución que ofrece múltiples y variadas alternativas a la población que se ha marginado de la educación formal. Aprovechando los lineamientos de ley General de Educación se articulan los programas CAYCO: Centro de Alfabetización y Capacitación Ocupacional; COA: Centro Oficial de Adultos y el taller de Formación para el Trabajo fusionándolos en una sola institución: COLEGIO INTEGRAL CELIA RAMOS TORO, siendo oficializado mediante Acuerdo No. 000916 del 02 de Octubre de 1.996, emanado de la Secretaría de Educación y Cultura del Departamento de Antioquia. En 1.997 se integran en definitiva los diferentes programas de educación de adultos del municipio de Sonsón, bajo el programa SUME (Sonsón un municipio educándose), y el taller de formación para el trabajo. Haciendo uso de la estructura no formal, el colegio mediante convenio con el Instituto Técnico Industrial ofrece a los estudiantes las modalidades de Metalmecánica, Electricidad y electrónica, mediante convenio interinstitucional.

En la actualidad la Institución Educativa Integral CERAT cuenta con un total de 625 estudiantes y dos programas presencial y semipresencial, con presencia de seis ciclos, un total de 16 docentes de tiempo completo, un rector y una secretaria.

Haciendo mención a su modelo educativo: “El modelo pedagógico se ha denominado CRITICO-SOCIAL-INCLUYENTE. Al ser una institución para adultos es esencial pensar en una educación para el trabajo, fomentar competencias laborales que lleven a los estudiantes a tener un valor agrado en la educación. El proceso formativo en la institución Celia Ramos Toro, se caracteriza por la combinación de modelos y formas de aprendizaje activos, seleccionados con base en los estilos de aprendizaje de los estudiantes y apoyados con diversos medios y con tecnología de la información y la comunicación TICs, de acuerdo con las características de los estudiantes y el diseño curricular, de manera que se conserve la motivación y se estimule el auto aprendizaje complementario.

La metodología planteada propicia en la persona adulta una mayor conciencia de sus capacidades, potencialidades y limitaciones orientándola hacia una mayor autonomía de su desempeño eficiente en los diferentes ámbitos. En la institución se desarrollan por ciclos lectivos especiales integrados CLEI, secuenciados. El proceso pedagógico se organiza de forma continua y articulada permitiendo el desarrollo de las actividades pedagógicas de formación integral facilitando la evaluación por logros favoreciendo el avance y la permanencia del educando dentro del servicio educativo.

Los CLEI en la educación formal presencial son los siguientes:

- Ciclo I: grados primero, segundo y tercero.
- Ciclo II: grados cuarto y quinto.
- Ciclo III: grados sexto y séptimo.
- Ciclo IV: grados octavo y noveno.
- Ciclo V: grado décimo.
- Ciclo VI: grado once.

Los ciclos V Y VI, estarán en el desarrollo de las actividades curriculares 22 semanas cada uno, cuenta con la aprobación de media técnica en informática.” La institución CELIA RAMOS TORO, cuenta con dos modalidades de estudio presencial y semipresencial las cuales están distribuidas de la siguiente manera:

Presencial:

En la modalidad presencial se tienen clases de lunes a viernes en jornada nocturna de 5:50 a 10 de la noche con un descanso de media hora (de 7:40 hasta 8:10) las horas de 55 minutos con las asignaturas obligatorias, el tiempo es acorde con la intensidad de cada asignatura.

Semipresencial urbano:

Se tiene clase los días martes de 8:00 a 12:00 y de 1:00 a 5:45 con horas de 45:00 con un descanso de 15 minutos en cada jornada; con las asignaturas obligatorias.

En cuanto a la modalidad se tiene esta un día en la semana, con horarios de 9:00 a 12:00 y de 1:00 a 3:00 de la tarde.

Semipresencial rural:

En esta modalidad se cumple la intensidad académica estipulada en la ley general de educación y el decreto 30 11 de 1994.

Con el fin de llevar a cabo este programa la institución ha realizado la siguiente estrategia: El contenido de las asignaturas se distribuye cada 8 semanas en las cuales se tiene el acompañamiento del docente un día a la semana para cubrir el área; el estudiante debe desarrollar actividades complementarias de forma autónomas durante el transcurso de la semana para cumplir con el contenidos propios de cada ciclo lectivo que se deben desarrollar durante el año, de esta manera se rota hasta cubrir todas las áreas de cada ciclo en los diferentes centros rurales con los maestros específicos para

cada área. En cuanto a la especialidad los estudiantes del ciclo 5 y 6 se desplazan un día a la semana a la especialidad con el docente acompañante.

Es de tener en cuenta además que la población estudiantil presenta las siguientes condiciones socioeconómicas: el 31,84% pertenecen al nivel 0, el 6,24% corresponden al nivel 1, el 52,16% al nivel 2, y el 9,76% al nivel 3; la edad promedio de los estudiantes de la Institución Educativa Integral Celia Ramos Toro es de 20 años por otro lado, es de destacar que en la Institución se promueven las prácticas culturales a través de los distintos grupos de danzas, trovas, porristas, grupos musicales, teatro y participación en los distintos eventos conmemorativos que la Institución realiza en sus actos cívicos.

En análisis realizados se ha encontrado que en la Institución educativa se cuenta con un gran número de estudiantes provenientes de familias desplazadas, representados aproximadamente en un tercio de la población estudiantil, y la otra mayoría, pertenecen a estratos socioeconómicos bajos.

Finalmente, en cuanto al área de ciencias naturales la Institución cuenta con educadores calificados para el proceso de enseñanza y acompañamiento en el aprendizaje de los estudiantes. De igual forma, la Institución cuenta con un plan de estudios pertinente para conseguir una enseñanza y aplicabilidad de las ciencias. Sin embargo, los tiempos que asigna la institución en el área de ciencias es mínimo con relación a las temáticas relacionadas en el plan de estudios; además, se asignan pocas visitas al laboratorio para una real articulación del eje teoría-práctica; de igual modo, en los estudiantes se aprecia poco interés por las temáticas referentes a las ciencias naturales. Por lo descrito anteriormente, se hace necesario promover en los estudiantes el interés por las ciencias naturales a través del acercamiento y aplicabilidad de las mismas, mediante la articulación de los conceptos propios de la ciencia, los modelos matemáticos, el razonamiento lógico y la aplicabilidad en las actividades cotidianas.

CAPITULO CUATRO

4 METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACION

Teniendo en cuenta que la educación se encuentra dentro de las ciencias sociales y que los procesos de enseñanza-aprendizaje exigen la observación directa y holística de las actitudes y aptitudes de los estudiantes; además de las diferentes variables que intervienen en el comportamiento de los individuos y que condicionan los procesos cognitivos de los estudiantes, realizamos esta investigación desde el ámbito de la investigación cualitativa; en donde se llevan a cabo registros de los fenómenos estudiados a través de técnicas como el diario de campo y la encuesta.

De acuerdo a los objetivos trazados para el presente trabajo, la investigación se enmarca en una metodología descriptiva, pues busca llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. La finalidad de la misma se orienta hacia la comprensión del concepto mol como tal por parte de los estudiantes y las relaciones con otras variables que intervienen en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

4.2 ENFOQUE O PARADIGMA.

Esta investigación se realiza en el marco de un estudio de casos, en donde se pretende determinar el grado de comprensión que los estudiantes han tenido de los modelos didácticos usados para la introducción del concepto mol mediante el uso de analogías; en este sentido se utilizará la observación directa del grupo de estudiantes durante la actividad a desarrollar, y la aplicación de una encuesta con el fin de conocer

sobre el nivel de comprensión realizado por los mismos y validar sus respuestas con las teorías que se presentaron en cuanto a este tema.

En su acepción más estricta, el caso se comienza a utilizar en Harvard, en el programa de Derecho, hacia 1914. El "Case System" pretendía que los alumnos del área de leyes buscaran la solución a una historia concreta y la defendieran. Pero es hacia 1935 cuando el método cristaliza en su estructura definitiva y se extiende a la metodología docente. El estudio de casos tiene gran importancia en la investigación de la enseñanza aprendizaje; si se considera a la palabra "caso" en su sentido amplio. Se puede afirmar que en la educación siempre se ha utilizado en forma de ejemplo o problema práctico como lo han demostrado investigaciones de carácter pedagógico realizadas por López, 1997, Martínez, y Musitu, G. 1995, y Mucchielli, R. 1970 (citados por Francisco Javier Ribaya Mallada 2007), teniendo que la intervención docente en las aulas de clase se convierte en casos concretos y particulares, que requieren de la interpretación de los hechos y acontecimientos propios del contexto y la labor docente.

La técnica de estudio de casos, consiste precisamente en proporcionar una serie de casos que representen situaciones problemáticas diversas de la vida real para que se estudien y analicen, de esta manera, se pretende entrenar a los alumnos en la generación de soluciones. Al tratarse de un método pedagógico activo, se exigen algunas condiciones mínimas. Por ejemplo, algunos supuestos previos en el profesor: creatividad, metodología activa, preocupación por una formación integral, habilidades para el manejo de grupos, buena comunicación con el alumnado y una definida vocación docente. Un caso es una relación escrita que describe una situación acaecida en la vida de una persona, familia, grupo o empresa, su aplicación como estrategia o técnica de aprendizaje, como se apuntó previamente, entrena a los alumnos en la elaboración de soluciones válidas para los posibles problemas de carácter complejo que se presenten en la realidad futura (Ribaya Mallada 2007).

4.3 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene un alcance de un estudio interpretativo de casos, pues se busca el análisis de un aspecto determinado en un grupo poblacional, mediante la observación en profundidad. Con este tipo de investigación buscamos comprender como los sujetos involucrados en el proceso investigativo interpretan y construyen sus propios significados frente a la concepción que ellos hacen del concepto mol en química. Tratamos con esta intervención conseguir la pertinencia del estudiante en el dominio conceptual del término mol, pretendiendo que el mencionado tópico quede identificado y descrito de forma precisa y sin ambigüedades por parte del educando.

4.4 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.

La población intervenida en el presente estudio corresponde a 14 estudiantes del Clei 5 de la Institución Educativa Celia Ramos Toro del municipio de Sonsón, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Sonsón, al suroriente de Antioquia en la Subregión Páramo, con una distancia media de 114 Km. de la capital antioqueña. Dicha Institución de carácter oficial, nace el 2 de octubre de 1.996, con la articulación de las nuevas tendencias educativas surgidas de la filosofía de la ley general de educación (115/94) donde adquieren cuerpo y toman forma diferentes programas de educación formal, no formal e informal (artículo 10). El propósito básico de la creación de esta Institución es mejorar la calidad de la educación para jóvenes y adultos que se venía ofreciendo en el municipio, buscando para ello racionalizar los recursos físicos, humanos e institucionales existentes. Se consolida así un nuevo proyecto educativo para esta nueva institución que ofrece múltiples y variadas alternativas a la población que se ha marginado de la educación formal. En la actualidad la Institución Educativa cuenta con un total de 625 estudiantes y dos programas presencial y semipresencial. Los programas presenciales se ofrecen en los horarios nocturnos comprendidos entre

las 6 p.m y las 10p.m de lunes a viernes. A su vez, los programas semipresenciales (urbano y rural) cuentan con un acompañamiento por los docentes un día por semana.

Los estudiantes de este CLEI se caracterizan por:

- Tener una edad promedio de 21 años;
- Limitada disponibilidad del tiempo para dedicarse al estudio.
- Participan de diferentes actividades combinando el estudio y el trabajo.
- Forman parte de una población económica activa, a la cual se incorporan en algunos casos desde temprana edad.
- Han experimentado interrupciones de los estudios por periodos importantes.
- Conforman grupos heterogéneos, caracterizados como jóvenes y adultos.
- Poseen amplios deseos de superación en el campo personal, social y educativo.
- Buscan solución a corto plazo de su situación económica, educativa y social.

El grupo de estudio seleccionado para el presente trabajo, se realizó teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- De acuerdo al plan de estudios diseñado por la Institución Educativa, el concepto a tratar en la intervención tiene íntima relación con los temas que se han venido trabajando en las últimas sesiones de química.
- Es un grupo en el que los estudiantes se inician en los temas de estudios químicos formales; siendo el concepto mol un eje articulador y fundamental en el proceso de aprendizaje y enseñanza de la química a este nivel de formación.
- El concepto abordado será fundamental para las futuras aplicaciones y la interpretación racional, por parte de los estudiantes, de conceptos afines que requieren un adecuado manejo de esta unidad de cantidad de sustancia.

4.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la presente investigación se utilizaron como técnicas el diario de campo, donde se registraron las observaciones de los hechos y acontecimientos ocurridos durante el proceso de intervención pedagógica con el fin de conocer las actitudes y

comportamientos de los estudiantes en la ejecución de dicha actividad; además, se aplicó un formulario de encuesta a cada alumno con el cual se buscaba comprender el nivel de asimilación del concepto tratado por parte de estos.

Tabla 1. Cronograma

Actividad \ Fecha meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Reconocimiento de las fuentes disponibles de información.	x	x	X	x		
Diseño de instrumentos para la recolección de información.					x	
Recolección de la información.					x	
Análisis y clasificación de la información.					x	
Elaboración texto final.						x

Tabla 2. Materiales y recursos

Materiales	Recursos	
Fotocopias. Marcadores. Lapiceros. Hojas de block. Borrador.	Físicos.	Aula de clase, mobiliario, cámara fotográfica, tablero.
	Humanos.	14 estudiantes y dos practicantes.

4.6 ANALISIS DE RESULTADOS

Para realizar el análisis de los resultados de esta investigación se diseñó un cuadro de doble entrada (tabla 4) y se asignaron códigos para cada una de las preguntas de la encuesta aplicada; así mismo se estableció un código a los estudiantes con el fin de

proteger su identidad. Esta codificación se realizó teniendo en cuenta el nivel de comprensión de cada una de las preguntas como aparece en la Tabla 3

Tabla 3. Codificación preguntas de encuesta

Pregunta	Objetivo	códigos			
		C: comprende	P.C: parcialmente comprende	N.C: no comprende	
1	comprende el concepto mol	C: comprende	P.C: parcialmente comprende	N.C: no comprende	
2	comprende el concepto mol como una medida que relaciona el mundo microscópico con el macroscópico	C: comprende	P.C: parcialmente comprende	N.C: no comprende	
3	con que tipo de magnitud asocia el concepto mol	V: volumen	M: masa	C.S: cantidad de sustancia	T: todas
4	asigna a la masa molar de dos sustancias distintas el mismo número de partículas	si	No		
5	comprende que moles de diferentes sustancias, tienen distintas masas molares	si	No		

Tabla 4. Recolección de datos

ESTUDIANTE	1			2			3				4		5	
	C	PC	NC	C	PC	NC	V	M	C.S	T	SI	NO	SI	NO
E1			X			X			X			X		X
E2		X				X		X			X			X
E3		X				X				X		X	X	
E4	X					X		X				X		X
E5	X			X						X		X	X	
E6			X			X		X				X		X
E7			X			X			X			X	X	
E8			X			X	X					X		X
E9		X			X				X		X		X	
E10		X				X			X			X		X
E11		X				X			X			X		X
E12	X				X				X		X		X	
E13			X			X			X			X	X	
E14		X				X			X			X		X

4.6.1 INTERPRETACION DE RESULTADOS

Tabla 5. Nivel de comprensión del concepto mol

Primera pregunta		
código	cantidad	porcentaje
C	3	21%
PC	6	43%
NC	5	36%
TOTAL	14	100%

Gráfico 1. Análisis porcentual de resultados



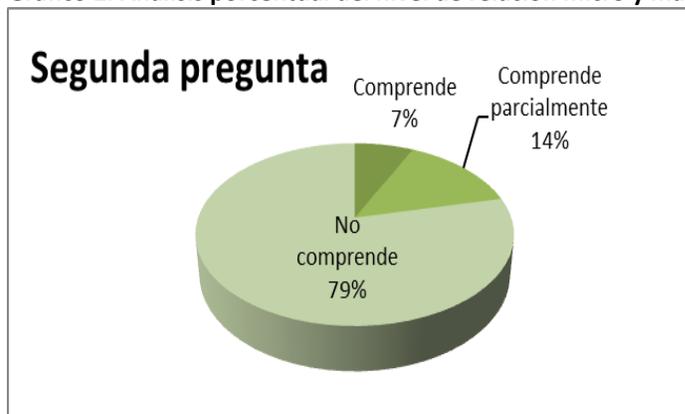
HALLAZGOS

Según el análisis de los resultados sobre la comprensión del concepto mol por parte de los estudiantes, se puede concluir que una cuarta parte aproximadamente del grupo comprenden adecuadamente el concepto, una tercera parte de ellos no lo comprende, y el resto presenta una comprensión parcial del mismo.

Tabla 6. Relación de la realidad microscópica con la macroscópica

Segunda pregunta		
Código	Cantidad	Porcentaje
C	1	7%
PC	2	14%
NC	11	79%
TOTALES	14	100%

Gráfico 2. Análisis porcentual del nivel de relación micro y macroscópica.



HALLAZGOS

Los estudiantes en su mayoría presentan dificultades para usar el concepto mol como mediador entre una realidad microscópica con una macroscópica, como se puede observar en el grafico 2 donde un 79% no establece dicha relación.

Tabla 7. Relación de la unidad de medida y el mol

Tercera pregunta		
Código	Cantidad	Porcentaje
V	1	7%
M	3	21%
C.S	8	57%
T	2	14%
TOTALES	14	100%

Grafico 3. Análisis porcentual de relación de la unidad de medida del mol.

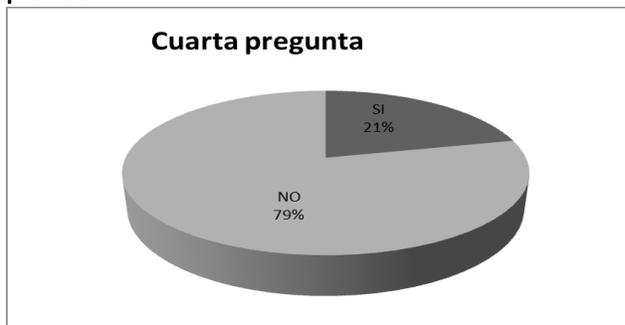


HALLAZGOS.

En esta pregunta se puede observar, de acuerdo al grafico 3, que un alto porcentaje (57%) de los estudiantes hacen una adecuada relación del concepto mol como unidad de medida de la cantidad de sustancia química, y una quinta parte aproximadamente lo relaciona con el concepto masa.

Tabla 8. Relación masa molar y numero de partículas

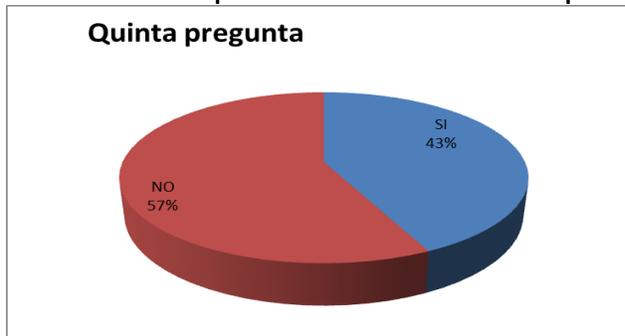
Cuarta pregunta		
Código	Cantidad	Porcentaje
SI	3	21%
NO	11	79%
TOTAL	14	100%

Grafico 4. Análisis porcentual de la relación: masa molar-número de partículas**HALLAZGOS.**

En esta parte se encontró que aproximadamente una quinta parte del grupo de estudiantes hacen una relación conveniente de la masa molar con el número de partículas presentes en una muestra de sustancia química determinada; es decir conciben en una mol de cualquier sustancia un numero constante de partículas subatómicas. El resto del grupo presenta dificultad en el análisis de dicha relación.

Tabla 9. Relación del concepto mol con la masa molar de una sustancia

Quinta pregunta		
Código	Cantidad	Porcentaje
SI	6	43%
NO	8	57%
TOTAL	14	100%

Grafico 5. Análisis porcentual de la relación: concepto mol-masa molar

HALLAZGOS

En cuanto a la relación que hacen los estudiantes del concepto mol y la masa molar se encuentra que un 43% de ellos reconocen que igual número de moles de dos o más sustancias químicas diferentes, tienen distinta masa molar. El resto de los estudiantes (57%), no hacen claramente esta distinción.

5 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION

De acuerdo al análisis de los resultados se puede concluir que la baja comprensión del concepto mol en un alto número de estudiantes obedece a que dicho concepto presenta dificultades epistemológicas intrínsecas propias del tópico, como se ha encontrado en los referentes bibliográficos de la literatura abordada; además, conforme a los resultados propios de esta investigación se puede constatar que el alto grado de abstracción que requiere el concepto mol para relacionar las unidades microscópicas y macroscópicas es uno de los factores limitantes en la comprensión de dicho concepto. Así mismo, es conveniente resaltar que los estudiantes siguen presentando dificultades al momento de relacionar el concepto mol con la cantidad de sustancia; es decir, no comprenden la magnitud cantidad de sustancia como una entidad independiente de las magnitudes masa y volumen. Para el caso de la investigación que se está trabajando, se ha detectado que un número importante de estudiantes asocian el concepto mol con la cantidad de sustancia de manera memorístico-repetitiva, lo cual se evidencia en la dificultad para resolver situaciones simples en las cuales se requiere hacer una clara diferenciación entre las magnitudes masa y cantidad de sustancia. En este mismo sentido, se pudo observar marcadas dificultades en la comprensión del concepto mol en relación con la masa molar de una sustancia química determinada.

Teniendo en cuenta los resultados propios de la investigación anteriormente mencionados, es pertinente aclarar que estos están transversalizados por factores como: el desinterés de los estudiantes por las ciencias, como se puede evidenciar en los resultados de los estudiantes E_1 y E_6 (ver tabla 4) quienes presentaron poco interés hacia la actividad realizada; por el contrario, estudiantes como el E_{12} , quien participó de manera activa en el trabajo propuesto, presenta un buen nivel de comprensión del concepto mol y sus implicaciones. Otro de los factores que repercuten negativamente en los resultados de esta investigación es el horario y las condiciones específicas del grupo intervenido en el cual se desarrolló la actividad; es de aclarar que la misma se

realizó en un lapso de 8 p.m a 10 p.m, con estudiantes que han realizado labores materiales durante el transcurso del día.

6 RECOMENDACIONES

Se hace conveniente en las clases de química, presentar por parte del docente el concepto mol de forma amplia y lo más ajustado posible a la realidad del mismo; evitando simplificaciones didácticas que generan en los estudiantes un uso inadecuado del concepto y su poca fundamentación en las aplicaciones; además es conveniente que el docente se comprometa en la formación epistemológica de las ciencias para llegar a una mejor comprensión de los conceptos científicos, que permita la presentación de las teorías científicas de forma coherente, sistémica y lógica evitando ambigüedades propias de un proceso de enseñanza inadecuado.

Otro de los aspectos que se debe tener en cuenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias es el de favorecer en los estudiantes la capacidad de argumentar a partir de diferentes situaciones problémicas de un tema determinado presentado en el aula de clase; favoreciendo en los educandos una actitud reflexiva, crítica y creativa que les permita expresar y defender de forma coherente su posición frente a una situación previamente presentada y guiada por el docente de ciencias.

Finalmente se debe fomentar en las clases de ciencias el uso de modelos didácticos analógicos como estrategia para favorecer la comprensión de conceptos científicos, especialmente aquellos que presentan un alto grado de abstracción, para buscar un acercamiento de los estudiantes con la ciencia; mediante la construcción de modelos mentales en ellos que les permitan expresar y comprender las teorías que rigen los distintos fenómenos naturales.

7 LISTA DE GRAFICOS

Grafico 1. Análisis porcentual de resultados	33
Grafico 2. Análisis porcentual del nivel de relación micro y macroscópica.....	33
Grafico 3. Análisis porcentual de relación de la unidad de medida del mol.....	34
Grafico 4. Análisis porcentual de la relación: masa molar-número de partículas	35
Grafico 5. Análisis porcentual de la relación: concepto mol-masa molar	35

8 LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma	31
Tabla 2. Materiales y recursos	31
Tabla 3. Codificación preguntas de encuesta.....	32
Tabla 4. Recolección de datos	32
Tabla 5. Nivel de comprensión del concepto mol.....	33
Tabla 6. Relación de la realidad microscópica con la macroscópica.....	33
Tabla 7. Relación de la unidad de medida y el mol	34
Tabla 8. Relación masa molar y numero de partículas	35
Tabla 9. Relación del concepto mol con la masa molar de una sustancia	35

9 ANEXO B: DIARIO DE CAMPO

<p>Lugar: Institución Educativa Integral "Celia Ramos Toro"</p> <p>Fecha: Mayo 12 del 2011</p> <p>Hora inicio: 8:15 pm</p> <p>Hora terminación: 10:00 pm</p> <p>Asistentes: 14 estudiantes; dos practicantes</p> <p>Ausentes: Dos estudiantes.</p> <p>Situación: Intervención pedagógica</p>	
Observación	Comentarios
<p>La clase se inicia con la presentación de la propuesta de trabajo para el tiempo correspondiente a dicha sesión. Se conviene con el grupo de estudiantes que la intervención pedagógica se realizará en tres momentos dispuestos de la siguiente manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Primer momento: breve repaso sobre el concepto mol tratado en sesiones anteriores. Aquí se llevó a cabo una explicación sucinta de la necesidad del concepto mol en química, relacionando dicho término con el número de Avogadro y el peso atómico y/o molecular de las sustancias que intervienen en una reacción química. - Segundo momento: presentación por los practicantes de la unidad didáctica y lectura de la misma por parte de los estudiantes. En este momento, se organizó el grupo en subgrupos de dos estudiantes, con fines didácticos, donde libremente ellos se unieron de acuerdo a sus afinidades motivacionales. Se propuso un tiempo conveniente de 60 minutos para la lectura y ejecución de las actividades presentes en dicha unidad. Cabe destacar que durante este tiempo, los estudiantes estuvieron permanentemente 	<p>Los estudiantes se dispusieron de forma aleatoria en el aula de clase, en forma de semicírculo. Algunos estudiantes no están muy atentos a la intervención realizada en el primer momento; se les nota distracción y desinterés. Se observa luego un momento de atención y concentración; algunos de los estudiantes participan de manera pertinente y asocian correctamente el concepto mol con el número de Avogadro. En la parte de la lectura y desarrollo de la unidad didáctica se nota un buen interés y buena motivación al inicio de la actividad; los estudiantes expresan dificultades para entender las actividades propuestas en la unidad, para lo cual son acompañados por los responsables de esta propuesta pedagógica. Al finalizar esta actividad, algunos de los estudiantes se muestran dispersos y poco reflexivos</p>

<p>acompañados por los responsables de la propuesta pedagógica, en lo que respecta a aspectos como léxico e ideas no comprendidas por los estudiantes.</p> <ul style="list-style-type: none">- Tercer momento: aplicación del formato de encuesta a los alumnos. Para esta actividad, se pide a los estudiantes leer detenidamente las preguntas del cuestionario y responder de forma individual y apropiada; haciendo énfasis que se trataba de una encuesta donde se pretendía medir el nivel de comprensión del concepto mol para fines investigativos, y en ningún momento era una prueba evaluativa con fines de cuantificar rendimientos académicos individuales.	<p>hacia el objetivo de la actividad propuesta. Cabe destacar que a la hora de aplicar la encuesta cierto número de estudiantes responden a conciencia y ordenadamente; pues mostraron interés en la realización de la unidad didáctica. Por el contrario, aquellos que se mostraron indiferentes en la parte uno y dos del desarrollo de la actividad, mostraron dificultades a la hora de responder al instrumento de recolección de información.</p>
--	---

10 ANEXO C: CUESTIONARIO E9 Y E12

FORMATO DE ENCUESTA PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPRENSIÓN DEL CONCEPTO MOL EN ESTUDIANTES DEL CLEI 5° DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA "CELIA RAMOS TORO" DEL MUNICIPIO DE SONSON.

Encuesta Nro. E9

Con la presente encuesta pretendemos analizar la comprensión del concepto mol. Por tal motivo les pedimos ser sinceros al momento de responder y agradecemos de antemano su colaboración. Los resultados de esta encuesta serán sometidos a análisis teniendo en cuenta la confidencialidad de los mismos, por lo tanto no compromete resultados individuales.

Información personal:

Sexo: F M

Edad: 18

Estado Civil: Soltero(a) Casado(a)

Estrato socio económico 4

Trabaja actualmente: SI NO

1. ¿Qué entiende por el concepto mol?

Es una unidad de medida que utilizan los químicos

2. De qué manera el concepto mol relaciona la escala microscópica con la escala macroscópica.

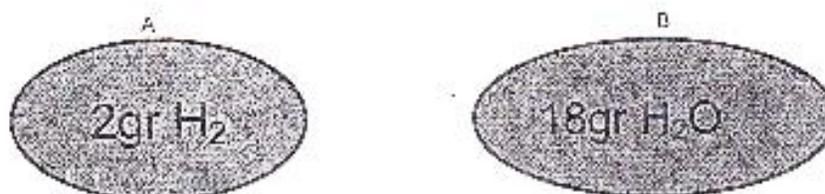
Se relaciona con el número de Avogadro que es $6.02 \cdot 10^{23}$

3. Marque con una "X" la respuesta que considere correcta:

El concepto mol se relaciona con:

- a) Una medida del volumen _____
 b) Una medida de la masa _____
 c) Una medida de la cantidad de sustancia
 d) Todas las anteriores _____

4. Analiza la siguiente situación y marca con una "X" la respuesta que considere correcta.



Teniendo en cuenta la información de las opciones se espera que la cantidad de moléculas sea:

- a) Mayor en "A" que en "B" _____
- b) Mayor en "B" que en "A" _____
- c) Igual en "A" que en "B" X
- d) Todas las anteriores _____

5. Dada la siguiente situación analiza y responde marcando con una "X" la opción que crea correcta.



La balanza se inclina a uno de los lados. Si X NO _____

Porque

se puede inclinar dependiendo del peso molecular ya sea de la H_2X o de la Y .

MUCHAS GRACIAS

FORMATO DE ENCUESTA PARA MEDIR EL NIVEL DE COMPRENSIÓN DEL CONCEPTO MOL EN ESTUDIANTES DEL CLEI 5° DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA "CELIA RAMOS TORO" DEL MUNICIPIO DE SONSON.

Encuesta Nro. E12

Con la presente encuesta pretendemos analizar la comprensión del concepto mol. Por tal motivo les pedimos ser sinceros al momento de responder y agradecemos de antemano su colaboración. Los resultados de esta encuesta serán sometidos a análisis teniendo en cuenta la confidencialidad de los mismos, por lo tanto no comprometerá resultados individuales.

Información personal:

Sexo: F M

Edad: 9.1

Estado Civil: Soltero(a) Casado(a)

Estrato socio económico 2

Trabaja actualmente: SI NO

1. ¿Qué entiende por el concepto mol?

que es una unidad necesaria para medir partículas.

2. De qué manera el concepto mol relaciona la escala microscópica con la escala macroscópica.

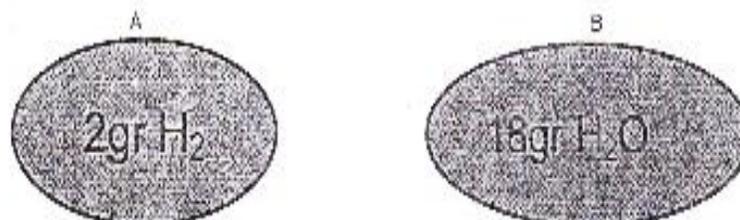
que se pueden medir cosas muy pequeñas con el concepto mol, de manera que también se pueden medir las cosas grandes.

3. Marque con una "X" la respuesta que considere correcta:

El concepto mol se relaciona con:

- a) Una medida del volumen
- b) Una medida de la masa
- c) Una medida de la cantidad de sustancia
- d) Todas las anteriores

4. Analiza la siguiente situación y marca con una "X" la respuesta que considero correcta.



Teniendo en cuenta la información de las esferas se espera que la cantidad de moléculas sea:

- a) Mayor en "A" que en "B" _____
- b) Mayor en "B" que en "A" _____
- c) Igual en "A" que en "B" _____
- d) Todas las anteriores _____

5. Dada la siguiente situación analiza y responde marcando con una "X" la opción que creas correcta.



Las balanzas se inclina a uno de los lados SI NO

Porque

Porque en las sustancias de (X) son diferentes a las de (Y)

MUCHAS GRACIAS

11 BIBLIOGRAFIA

ADÚRIZ Bravo, Agustín; Izquierdo Aymerich Mercè. Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Naturales.

ADÚRIZ Bravo, Agustín; Garófalo, Judith; Greco, Marcela y Galagovsky, Lydia. (2005). Modelo Didáctico Analógico. Marco Teórico y Ejemplos. Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VII Congreso.

AZCONA, Furio, Guisasola (2002). Algunas reflexiones sobre la magnitud “cantidad de sustancia” y su unidad el mol implicaciones. España. Revista Anales de la Real Sociedad Especializada de Química.

BERNAL, Andrés Ballén, M (2005). Identificación y superación de errores conceptuales en la enseñanza y aprendizaje del concepto estructurante – Estequiometría. Santafé de Bogotá, Fundación colegio mayor de san Bartolomé, Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Colección Investigación No. 3

BRAVO, Garofalo, Greco, Galagovsky (2006). Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CEFIEC). Buenos Aires, Argentina. Revista enseñanza de las ciencias.

CASTELÁN Sánchez, Margarita Oliva; Hernández Millán Gisela (2008). Estrategia Didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. X Congreso Nacional de Investigación Educativa

CLAESGENS, Jennifer,; Stacy, Angélica (2003). ¿Cuáles son las ideas iniciales de los estudiantes sobre “la cantidad de sustancia”? Asociación americana de investigación educativa. Chicago.

CLAESGENS, Stac (2003). ¿Cuáles son las ideas iniciales de los estudiantes sobre “la cantidad de sustancia”? Chicago. Revista investigación educativa.

FURIO, Azcona, Guisasol (2005). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basados en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. País Vasco

FURÍÓ, Azcona, Guisasola (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol. País Vasco. Revista enseñanza de las ciencias.

FURÍÓ, Azcona, Guisasola (1998). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. España: Enseñanza de las ciencias

FURÍÓ, Azcona, Guisasola (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. España: Enseñanza de la Ciencias.

FURÍÓ, Azcona, Guisasola (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol. España: Enseñanza de las ciencias

FURÍÓ, Azcona, Guisasola (2002). Algunas reflexiones sobre la magnitud “cantidad de sustancia” y su unidad el mol. España: Anales de la Real Academia Española de Química.

GALAGOVSKY, L; Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales, el concepto de modelo didáctico analógico. Enseñanza de las Ciencias, 19, (2), 231-242.

GARCIA, Martín (1990). Ideas de los alumnos acerca del mol. Estudio curricular. España: Enseñanza de las Ciencias.

GARCIA, Martín; Pizarro Galán, A; Perera Cendal F, Martín Díaz, M; Bacas Leal, P. Ideas de los alumnos acerca del Mol. Estudio curricular.

GONZÁLES González, Martín Benigno. El modelo Analógico como Recurso Didáctico en Ciencias Experimentales. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653).

GONZALEZ Fernando; Jiménez Moreno, T; González González, B.M. (2003). *Las Analogías como Modelo y Recurso en la Enseñanza de las Ciencias*. *Alambique*, nº 35, 82-89.

GONZÁLEZ González, Benigno Martín. 2002. *El Modelo Analógico como Recurso Didáctico en Ciencias Experimentales*. Tenerife, España: *Revista Iberoamericana de Educación*.

GRECA, Ileana Maria; Moreira, Marco Antonio (1998). *Modelos Mentales, modelos conceptuales y modelización*. *Cad.Cat.Ens.Fís.*, v. 15, n. 2: p. 107-120

JUSTI, Rosaria. (2006). *La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos*. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173–184

MARTINEZ, Leonardo F.; Villamil, Yenny M.; Peña, Diana C (2006). *Actitudes favorables hacia la química a partir del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente*. *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*

MOREIRA, Marco Antonio; Greca, Ileana María. *Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza / aprendizaje de las ciencias*.

OLIVA, José María (2006). *Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de analogías*. España. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*

RIBAYA Mallada, Francisco Javier (2007). *Estudio de un caso en una empresa industrial perteneciente al sector químico*. Alcalá de Henares.

VIAU, Javier (2008). *La Transferencia Epistemológica de un Modelo Didáctico Analógico*. Argentina: *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*

ZAMORANO (2006). *Estrategias de modelado didáctico en la enseñanza de las ciencias experimentales*. Argentina. *Revista ieRed*.