



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE QUÍMICA

**“Desarrollo e implementación de las habilidades de argumentación y
modelaje en alumnos de nivel medio superior”**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR EN QUÍMICA

PRESENTA

QFB. José Manuel Montaña Hilario

Tutora: Dra. Kira Padilla Martínez

Facultad de Química

Ciudad Universitaria, CD. MX.

Noviembre de 2016



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Jurado asignado

Presidente: Dra. Ana María Martínez Vázquez

Vocal: Dra. Flor de María Reyes Cárdenas

Vocal: Dr. Adolfo Eduardo Obaya Valdivia

Vocal: Dr. Plinio Jesús Sosa Fernández

Secretario: Dra. Kira Padilla Martínez

Lugar donde se realizó la tesis

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química, Edificio F, Investigación Educativa.

Comité tutor

Dra. Kira Padilla Martínez

Dra. Flor de María Reyes Cárdenas

Dra. Ana María Martínez Vázquez

Asesor de práctica docente

M. en D. Nadia Teresa Méndez Vargas

Tutora principal de la tesis

Dra. Kira Padilla Martínez

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora la **Dra. Kira Padilla Martínez** por apoyarme, enseñarme y regañarme en los momentos adecuados. Así mismo, le agradezco por convertirse en una gran amiga que me escucha y me aconseja, sobretodo en estos años de crecimiento para mí.

A mi comité tutor por sus consejos y apoyos durante esta etapa académica.

A mi jurado cuyos comentarios fueron de mucha ayuda para mejorar el trabajo escrito.

A Nadia Teresa Méndez Vargas quien me ayudó a mejorar en mi práctica docente, siendo una gran amiga y un ejemplo para mí.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y su dependencia la Dirección General de Asuntos del Personal Académico por otorgarme la beca de Formación de Profesores para el Bachillerato Universitario, la cual me ayudó a solventar mis gastos para el estudio de la maestría.

A mi familia que me apoyó, en todo lo que pudo, a conseguir este logro en mi vida.

A Galileo Vega Gayosso por brindarme el apoyo, el cariño y el amor necesarios para lograr esta meta, sin duda alguna sin tus palabras y tu cariño no estaría aquí, te amo.

A mi primo Jorge Luis Ortiz Montaña por ser un amigo fundamental en todo momento y por estar conmigo en los momentos importantes de mi vida.

A mis amigos Sandybell y Andrés por convertirse en mis hermanos, y compartir conmigo excelentes momentos.

A Daniel, Alicia, Víctor, Fabiola y Olivia mis grandes amigos del Instituto de Geología por apoyarme y estar conmigo en esta etapa de mi vida.

A Carolina, Diana, Roberto, Luz, Elizabeth y Columba por ser extraordinarios compañeros de trabajo y estar conmigo, aunque es poco el tiempo de conocernos los quiero a todos.

ÍNDICE

ABSTRACT	6
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO 1.....	10
1. MARCO TEÓRICO	11
1.1 CURRÍCULO DE QUÍMICA EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR: COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES	11
1.2 NATURALEZA DE LA CIENCIA	13
1.2.1 VISIONES DEFORMADAS DE LAS PRÁCTICAS CIENTÍFICAS	14
1.2.2 IMPORTANCIA DE LA ENSEÑANZA DE LA NATURALEZA DE LA QUÍMICA EN EL SALÓN DE CLASE	15
1.2.3 ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA (POSTURAS)	16
1.3. AGUA.....	24
1.3.1 ¿DISOLVENTE UNIVERSAL?	25
1.3.2 MEZCLAS HOMOGÉNEAS Y HETEROGÉNEAS	27
1.3.4 SEPARACIÓN DE MEZCLAS	27
1.3.5 CONTAMINACIÓN DEL AGUA.....	28
1.3.6 REMEDIACIÓN DEL AGUA	29
1.3.7 PROBLEMAS DEL AGUA EN MÉXICO	31
1.4. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE RELACIONADAS CON LA UNIDAD DEL AGUA.	32
1.5. HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO.....	35
1.5.1. MODELOS	36
1.5.2. ARGUMENTACIÓN.....	39
1.6. INDAGACIÓN.....	44
1.7 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	47
1.8 HIPÓTESIS	47
1.9 OBJETIVOS.....	47
CAPÍTULO 2.....	49
2. METODOLOGÍA	50
2.1 EVALUACIÓN DE LAS EVIDENCIAS	51
2.1.1 CUESTIONARIO: CREENCIAS SOBRE LA CIENCIA	58
2.1.2 CÓMO TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS.....	58
2.1.3 EL AGUA EN NUESTRO ENTORNO.....	60
2.1.4 ¿EL AGUA, DISOLVENTE UNIVERSAL?, ¿CÓMO SEPARO UNA MEZCLA? Y ¿CALIDAD DEL AGUA?	60
2.1.5 EXÁMENES, ENTREVISTAS Y CONSIDERACIONES FINALES.....	61
2.1.6 APLICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	62
CAPÍTULO 3.....	63
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	64
3.1 CUESTIONARIO SOBRE CREENCIAS SOBRE LA CIENCIA	64
3.1.1 ¿CÓMO DEFINES A UN CIENTÍFICO?.....	64

3.1.2 ¿CREES QUE LAS PERSONAS QUE SON BUENAS EN CIENCIAS SON PERSONAS MÁS INTELIGENTES DE LO NORMAL?	65
3.1.3 ¿CREES QUE LA CIENCIA ES BUENA O MALA? ¿POR QUÉ?	67
3.1.4 ¿LA CIENCIA SÓLO SE HACE EN UN LABORATORIO?	68
3.2 ¿CÓMO TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS?	70
3.3 <i>EL AGUA EN NUESTRO ENTORNO</i>	74
3.4 ¿EL AGUA ES EL DISOLVENTE UNIVERSAL? Y ¿CÓMO SEPARO EL AGUA PRESENTE EN UNA MEZCLA?	81
3.5 ¿CALIDAD DEL AGUA?.....	84
3.6 EXÁMENES.....	89
3.7 ENTREVISTAS.....	92
3.8 <i>PROPUESTA DE MEJORA</i>	95
<u>CAPÍTULO 4.....</u>	<u>99</u>
<u>4. CONCLUSIONES.....</u>	<u>100</u>
<u>CAPÍTULO 5.....</u>	<u>102</u>
5. REFLEXIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES	103
<u>6. BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>105</u>
<u>ANEXO 1 ACTIVIDADES SOBRE EL AGUA</u>	<u>115</u>
<u>ANEXO 2 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO</u>	<u>128</u>
<u>ANEXO 3 ENTREVISTAS</u>	<u>129</u>

Abstract

This work shows the implementation of scientific thinking skills (argumentation and modeling) in a high school-level course. A set of activities related with the thematic of water was applied. The arguments were constructed by the students making use of the grid of argumentation of Toulmin; which is an instrument that associates all the parts that must be contemplated for the construction of an argument. Modeling was an activity that the students applied for the explanation of phenomena, emphasizing the submicroscopic model as one that allows us to explain what observed in a particular event. The results were evaluated by a rubric that was modified since the original proposal only applied to a particular topic, while the modification allowed us to evaluate both the models and the arguments. It's observed that students argue and model differently according to the type of question; while they argue in almost all kinds of questions, with the models appealing to entities that are not visible such as water molecule, atom, among others.

Keywords. Skills of scientific thinking, argumentation, modeling, models, high school.

Resumen

En este trabajo se muestra la implementación de las habilidades de pensamiento científico (argumentación y modelaje) en un curso de nivel medio superior. Se aplicó una serie de actividades asociadas a tópicos de la unidad temática del agua. Los argumentos fueron construidos por los alumnos haciendo uso de la rejilla de argumentación de Toulmin; el cual es un instrumento que asocia todas las partes que se deben contemplar para la construcción de un argumento. El modelaje fue una actividad que los alumnos aplicaron para la explicación de fenómenos, haciéndose hincapié en el modelo submicroscópico como aquel que nos permite explicar lo observado en un evento en particular. Los resultados se evaluaron mediante una rúbrica que se modificó, ya que la propuesta original sólo aplicaba a un tópico en particular, mientras que la modificación nos permitió evaluar tanto los modelos, como los argumentos. Se observa que los alumnos argumentan y modelan de manera diferente según el tipo de pregunta, mientras que argumentan en casi todo tipo de cuestionamientos, con los modelos apelan a entidades que no son visibles tales como: la molécula del agua, átomo, entre otras.

Palabras clave. Habilidades de pensamiento científico, argumentación, modelaje, modelos, nivel medio superior.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó una investigación sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento científico (argumentación y modelos) en alumnos de nivel medio superior correspondientes al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur.

Se consideraron las habilidades de argumentación y el uso de modelos como dos de las habilidades fundamentales de la asignatura y que van mucho más allá al convertirse en habilidades de vida. (Zohar, 2006).

En principio la argumentación es el ejercicio de convencer a los demás de que nuestro punto de vista está mejor fundamentado que el de otras personas, lo cual resulta complicado, pero si su aplicación es constante se pueden alcanzar niveles bastante altos en los argumentos de los alumnos.

En este trabajo se consideró el modelo de Toulmin (1979) como herramienta para que los alumnos practicara la construcción de sus argumentos.

El uso de modelos permite a los alumnos representar partes del mundo que no son visibles; en el caso de la química, resulta por demás indispensable esta habilidad, ya que muchos de los tópicos estudiados por la disciplina requieren de modelos.

Las habilidades de argumentación y modelaje representan un reto para los alumnos cuando requieren ligar sus modelos con explicaciones fenomenológicas, sin embargo sí son capaces de establecer modelos, y entender sus alcances y limitaciones.

Las habilidades de argumentación y modelaje (uso de modelos) se presentaron a los alumnos en una serie de actividades, las cuales se planearon dentro de un marco constructivista y de indagación. Dentro de la planeación de las actividades se tomó como referencia la propuesta de Leach y Scott (2002). Así mismo, las primeras actividades fueron enfocadas a entender las concepciones de los alumnos sobre Naturaleza de la Ciencia y, en específico a las visiones del trabajo científico por parte de los alumnos. De tal manera que se trabajó con un enfoque

explícito de enseñanza de Naturaleza de la Ciencia en todas las sesiones del curso.

Los resultados muestran que los alumnos son capaces de crear modelos y relacionarlos con argumentos sobre diversos tópicos en los que se incluyen problemas conceptuales, de aplicación de conceptos y en los que haya que tomar una postura. En los tres tipos de problemas son capaces de realizar un argumento, sin embargo no en todos apelan al modelaje.

El nivel en las habilidades de argumentación y modelaje alcanzado por los alumnos es representativo de sus concepciones con respecto a cómo se debe contestar un cuestionamiento. Los alumnos mencionan que una pregunta conceptual no requiere un modelo para explicar una respuesta; sin embargo, en preguntas de aplicación de conceptos los alumnos mencionan que es necesario o es recomendable realizar un modelo para ejemplificar mejor el razonamiento, por ejemplo los alumnos aseguran que explicar propiedades del agua requiere del modelo de la molécula, sin embargo para preguntas en donde se les solicita su opinión sólo la argumentación es importante.

Para la evaluación de las habilidades del uso de modelos y argumentación de cada actividad se modificó una rúbrica, la cual es una propuesta inicial de Mendonça y Justi (2014), empleando este instrumento con los resultados obtenidos, se logra observar que los alumnos inicialmente están en el nivel más bajo de argumentación y modelaje. Sin embargo logran alcanzar niveles del 5 al 7 de 13 totales, y en algunos ejercicios en específico alcanzan niveles superiores como 10 y 11. De tal manera que se puede considerar que los alumnos tuvieron un desarrollo positivo en sus habilidades de modelaje y argumentación.

Capítulo 1

Marco teórico

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Currículo de química en el nivel medio superior: Colegio de Ciencias y Humanidades

De acuerdo con la Secretaría de la Educación Pública (SEP, 2015) en México la oferta educativa a nivel medio superior se ha visto incrementada en un 50% en los últimos años, sobre todo después de la reforma educativa publicada en febrero del 2012 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), donde se promulga que la educación media superior es de carácter obligatorio en todo el país.

Los programas educativos de la educación media superior correspondientes al Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) son los seleccionados por las opciones educativas de índole privado para su implementación en sus planteles; esto debido al prestigio de la dependencia de educación superior que sustenta estos programas, es decir el prestigio de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y los resultados obtenidos. (SEP, 2012, ANUIES, 2013).

El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) como programa educativo fue aprobado en enero de 1971 y abrió sus puertas a la primera generación en julio de ese año. La propuesta educativa del CCH es una alternativa a la Escuela Nacional Preparatoria; la misión del Colegio es que *“los alumnos egresados sean partícipes activos de su formación, de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y nuevas tecnologías para resolver los problemas actuales y aquellos que surjan a lo largo de la vida de los individuos”* (Portal del CCH en línea). La filosofía para lograr estos objetivos se basa en que los estudiantes deben aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser, los cuales son considerados por la UNESCO como pilares de la educación (UNESCO, 1996).

El CCH centra su atención en el alumno, haciéndolo participe activo y fundamental de su aprendizaje, además el docente no es considerado un transmisor de conocimientos sino una guía, con el fin de que el alumno alcance sus objetivos (Portal del CCH en línea).

El plan de estudios del CCH del año 1996, contempla el desarrollo integral básico en cuatro áreas de conocimiento (matemáticas, ciencias experimentales, ciencias sociales, humanidades y arte). El alumno tiene la posibilidad de decidir las materias afines al área de conocimiento que vayan de la mano con la futura carrera universitaria que considere estudiar. La Química es una ciencia experimental, la cual es obligatoria en los cursos de Química I y Química II, y es opcional para los cursos de Química III y Química IV (Programa de Química del CCH, 1996).

El curso de Química I presenta dos grandes unidades para su estudio: el agua y el oxígeno, los objetivos del curso radican principalmente en el entendimiento de fenómenos en los cuales intervengan estas dos sustancias, así mismo se plantea que el alumno debe desarrollar habilidades de pensamiento científico tales como: *“la observación crítica de forma cuantitativa y cualitativa, elaborar modelos explicativos, comunicar de forma oral y escrita sus explicaciones y el desarrollo de valores y actitudes en el trabajo en equipo”* (Programa de Química del CCH, 1996). Se hace énfasis en que existen tres niveles en las habilidades de pensamiento científico a desarrollar con el fin de evaluar al alumno:

Nivel 1. Habilidades memorísticas. *El alumno demuestra su capacidad para recordar hechos, conceptos, procedimientos, al evocar, repetir, identificar. Se incluye el subnivel de reconocer.*

Nivel 2. Habilidades de comprensión. *Elaboración de conceptos y organización del conocimiento específico. El alumno muestra capacidad para comprender los contenidos escolares, elaborar conceptos; caracterizar, expresar funciones, hacer deducciones, inferencias, generalizaciones, discriminaciones, predecir tendencias, explicar, transferir a otras situaciones parecidas, traducir en lenguajes simbólicos y en el lenguaje usado por los alumnos cotidianamente; elaborar y organizar conceptos. Hacer cálculos que no lleguen a ser mecanizaciones pero que tampoco impliquen un problema.*

Nivel 3. Habilidades de indagación y resolución de problemas, pensamiento crítico y creativo. *El alumno muestra su capacidad para analizar datos,*

resultados, gráficas, patrones, elabora planes de trabajo para probar hipótesis, elabora conclusiones, propone mejoras, analiza y organiza resultados, distingue hipótesis de teorías, conclusiones de resultados, resuelve problemas, analiza críticamente.

Por su parte el curso de Química II presenta tres unidades temáticas, las cuales son: suelos, alimentos y medicamentos. Este curso hace énfasis en tomar como base los objetivos del curso anterior y desarrollar con mayor profundidad las habilidades de pensamiento científico, de manera tal que el alumno sea más objetivo, pueda modificar y mejorar sus modelos mentales, desarrolle un análisis crítico sobre los fenómenos y resultados obtenidos. Y se evalúa basándose en los niveles de desarrollo de estas habilidades, tal como se plantearon en el curso anterior.

Los temas que se busca que comprendan en ambos cursos son: concepto de compuesto y elemento, estructura de la materia (átomo y molécula), reacción química y enlace, así mismo mezclas y separación de mezclas; así como las interacciones intermoleculares. (CCH, 1996).

1.2 Naturaleza de la Ciencia

La educación en ciencias y la formación de futuros profesionales exige que los alumnos comprendan los conceptos que se han gestado y se requiere que sean adecuados a su actualidad (Chamizo, 2012); sin embargo, esto no es posible si no se considera la historia de la ciencia y las prácticas que en la ciencia se han ido generando para obtener conocimiento y explicaciones de los diversos fenómenos que ocurren en la naturaleza.

La Naturaleza de la Ciencia (NdC) es un concepto amplio que involucra diversos tópicos relacionados, sobre todo, con las creencias de las personas hacia los científicos, la actividad de la ciencia (visiones deformadas de las prácticas científicas) y el desarrollo del conocimiento (historia y filosofía de la ciencia) (Jensen, 1998).

Por ejemplo Mansoor y Maza (2011) mencionan que se deben presentar las formas en que se desarrolla el conocimiento científico y las innovaciones

científicas; especialmente en el caso de la práctica de la química, ésta manera de proceder deriva de la aplicación del uso de modelos, la evolución histórico social de los conceptos, la variedad de métodos para resolver un problema, entender el carácter histórico de la disciplina en el sentido de la tradición de los oficios y su origen empírico, así como su relación con otras disciplinas.

1.2.1 Visiones deformadas de las prácticas científicas

La Naturaleza de la Ciencia ha ido quedando de lado en los cursos de ciencia a diversos niveles como en currículos y la formación de los profesores; son estos últimos mediante su práctica los que transmiten sus ideas (acertadas y erradas) a sus alumnos con respecto a la ciencia y sus prácticas, lo que desemboca en que los alumnos tomen estas ideas como verdades absolutas y las incorporen como parte de sus creencias.

Algunas de estas ideas se presentan a continuación (Fernández *et al*, 2002):

- a) La química es mala, porque es culpable de muchos problemas de contaminación
- b) Los conceptos son verdades irrevocables y han existido desde siempre
- c) Los científicos son personas sobredotadas y no cualquiera puede ser científico
- d) La química sólo es física aplicada
- e) La química es un conjunto de técnicas
- f) No hay avances en la química, sólo en sus aplicaciones
- g) La química es una ciencia terminada

Cabe resaltar que estas ideas son aplicables a la ciencia y todas sus disciplinas, de manera tal que a cada una de ellas les corresponden ideas específicas que son el resultado de la aversión que muchas personas le tienen a las ciencias experimentales, como la física, la biología y la química. (Fernández *et. al.* 2002).

Estas ideas son reforzadas en la práctica de los docentes. Aunado a esto están presentes en los libros de texto, las cuales se presentan de manera explícitas, tal como lo denota el trabajo de Mansoor y Maza en 2011 que muestra que la mayoría de los libros de química, de nivel medio superior y superior, presentan su contenido sin hacer énfasis en la Naturaleza de la Ciencia y por el contrario

presentan ideas deformadas, tal como la creación individual, el nulo trabajo en equipo y le restan importancia al desarrollo histórico de la química.

1.2.2 Importancia de la enseñanza de la naturaleza de la química en el salón de clase

Entender la Naturaleza de la Ciencia es de suma importancia para las clases de ciencias en todos los niveles, ya que permite un acercamiento mucho más humano y cercano a los alumnos de lo que es el trabajo y la gestación de los conceptos científicos, pero para ello el docente debe ser muy explícito y dejar en claro que lo que se está desarrollando en la práctica es lo que se hace en la ciencia cotidianamente (Jesper, 1998). El hacer explícito este objetivo por parte del docente, permite a los alumnos ponerse en el papel de los científicos, y ser mucho más empáticos con la ciencia, acercándose y considerarla una actividad de conjunto y no de seres solitarios. (Acevedo, 2009).

Este enfoque permite explicar los temas en su forma histórica, así los modelos de átomo, enlace, y otros temas fundamentales de la química son mejor aceptados y comprendidos por los alumnos, lográndose un mejor aprendizaje. El detalle de implementar las actividades y el enfoque para el entendimiento de la Naturaleza de la Ciencia, está en que el docente sepa de este tópico y con ello la historia de la ciencia en cuestión, ya que es indispensable que el docente presente conocimiento sobre este enfoque y su importancia para que los alumnos desarrollen mejor sus conceptos (Acevedo, 2009).

Una vez que el docente se compromete y conoce la importancia de la enseñanza de conceptos asociados a la Naturaleza de la Ciencia, debe contemplar (dependiendo de la institución, currículo y nivel académico), estos conceptos dentro de las estrategias de enseñanza aprendizaje, debido a que con ellos se logra una mejor comprensión, por parte de los alumnos, de conceptos. (Izquierdo, Sellés y Estany, 2001).

1.2.3 Actividades relacionadas con la naturaleza de la ciencia y la enseñanza de la química (posturas)

Gallagher (1971) propone la enseñanza basada en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), el cual es un enfoque que hace participe al estudiante en su aprendizaje de ciencia al aplicarlo en su contexto cotidiano; promoviendo la reflexión, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas, de tal manera que la química no se vuelve una ciencia hecha para superdotados, sino que es la construcción y resolución de situaciones problemáticas trabajando en equipo, haciendo uso de los conocimientos ya adquiridos, proponiendo los modos de acción, experimentos e investigaciones.

Aunque el enfoque CTS fue pionero en involucrar al alumno en problemas reales para la construcción de su conocimiento, existen muchos modelos educativos que presentan esta visión contextualizada de la enseñanza de las ciencias y básicamente la mayoría contempla pautas de acción como: plantear situaciones problemáticas que deben estar incrustadas en un entorno cotidiano para los alumnos con el fin de lograr su compromiso con la actividad.

El docente debe ser un guía u orientador para poder establecer el acercamiento de los alumnos con el problema. Así mismo debe contemplar los argumentos y propuestas de los alumnos de tal manera que todos sean escuchados y convencidos por las mejores argumentadas. No debe obligarse al alumno a aceptar una postura sin antes convencerlo, porque si no se puede perder el interés y el compromiso de éste por la actividad. (Kuhn, 2014).

Las actividades no necesariamente tienen que ser experimentales, pueden ser de otra índole, el asunto es orillar al alumno a reflexionar, debatir y argumentar sus explicaciones sobre algún fenómeno, lectura, video, etc. (Jensen, 1998).

Diversos autores han escrito sobre el papel que juegan los modelos tradicionales de la enseñanza de la química con respecto a la actualidad de los alumnos, en donde se busca que el alumno no sólo comprenda los conceptos de la disciplina, sino que además los emplee para resolver diversos problemas, con el objetivo de su desarrollo crítico. (Jesper y Talanquer, 2014; Jesper, 2013; Talanquer 2013;

Marks y Eilks y 2009; Mahaffy, 2004). Jesper y Talanquer en 2014 proponen una evolución del sistema propuesto por Johnstone en 1982, el cual considera la enseñanza de la química como un triángulo en donde en cada arista se contempla un nivel (macroscópico, submicroscópico y el simbólico (Figura 1)

Figura 1. Triángulo de la química de Johnstone (1982)

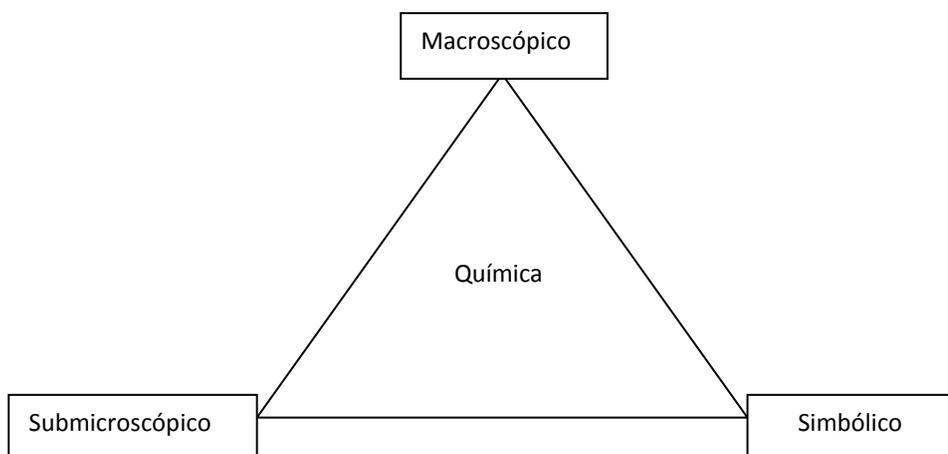
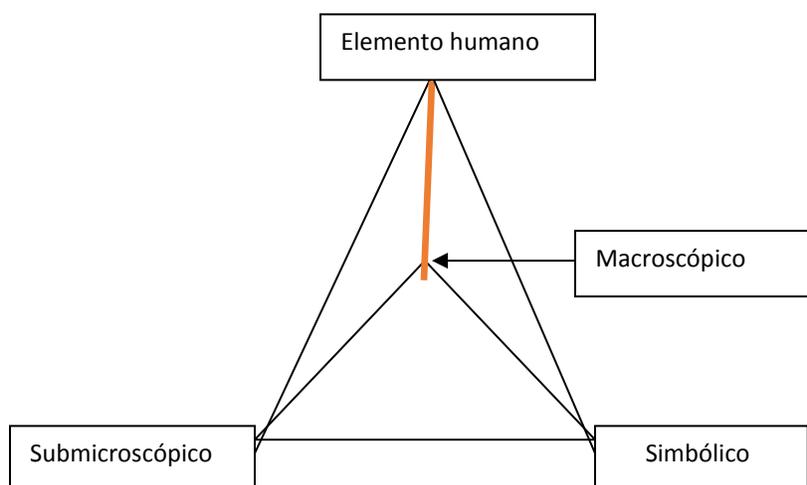


Figura 2. Propuesta de Mahaffy sobre el triángulo didáctico



Aunque el triángulo propuesto por Johnstone aplica a la enseñanza del contenido conceptual, las exigencias de los años posteriores han orillado a los investigadores a reestructurar la propuesta de Johnstone sobre la enseñanza de la química; es en el año 2004 Mahaffy adiciona un nuevo eje a la propuesta de

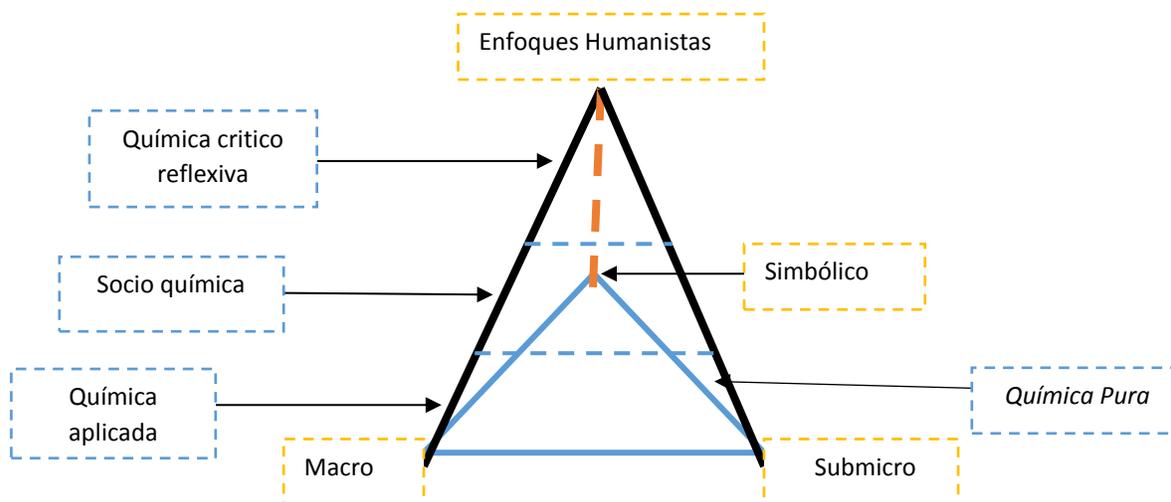
Johnstone creando así un tetraedro (Figura 2) y nombrando al eje “elemento humano”

Esta propuesta de Mahaffy contempla que en el eje elemento humano se establecen dos tipos de estrategias de enseñanza; la primera es hacer mención de las redes complejas establecidas entre: derechos humanos, política, factores ambientales, sociedad, historia, que dieron pauta a los diversos conceptos de la química. Y en la segunda se hace énfasis en casos de resolución de problemas, investigaciones, participación activa como parte del aprendizaje de los alumnos, con la finalidad de confrontar sus concepciones alternativas y establecer conceptos base para poder estudiar cuestiones más complejas de la disciplina.

El eje del elemento humano debe estar interconectado totalmente con el submicroscópico y macroscópico, ya que la finalidad de estas relaciones es motivar el estudio de los alumnos, tanto a aquellos que estudiaran una carrera relacionada con ciencias como aquellos que no lo harán, ya que es indudable que las dificultades de diversos conceptos de la química radican en los niveles submicroscópico y simbólico, siendo allí donde el eje humano aparece ya que se deben emplear las estrategias de enseñanza adecuadas para lograr un aprendizaje haciéndolos participes de su contexto. Cabe resaltar que de acuerdo a cada tópico de estudio las relaciones del tetraedro pueden estar orientadas hacia una cara del mismo. (Mahaffy, 2004)

Años más tarde Jesper y Talanquer (2014) hacen mención sobre el eje del elemento humano de Mahaffy y lo renombran ahora como enfoque humanista, además dividen el tetraedro en cuatro niveles (Figura 3):

Figura 3. Propuesta de Jesper y Talanquer sobre la enseñanza de la química



- a) *Química pura*: Hace referencia a la base del tetraedro, siendo privilegiado el contenido conceptual por parte del docente. Este nivel se asocia a enfoques tradicionalistas de la enseñanza.
- b) *Química aplicada*: La enseñanza se centra en contenidos que surgen a partir de situaciones cotidianas, es decir parten de un fenómeno y al tratar de explicarlo se enfocan en los conceptos.
- c) *Socio-química*: La enseñanza parte de un problema que es dado a los alumnos, los alumnos parten de sus cuestionamientos y trabajan una metodología. El docente guía a los alumnos con respecto a las decisiones que se van tomando, se hace énfasis en la parte histórico social esperando que el alumno integre la información en el desarrollo de modelos, teorías, propuestas experimentales para la resolución de problemas.
- d) *Química crítico reflexiva*: Se plantea un problema, se evalúa la posible solución, haciendo énfasis en el contenido químico, en el impacto o repercusiones que tendrá la solución en otros aspectos, tales como el económico, el social, el político, el ecológico. Se espera que el alumno sea capaz de tomar decisiones y reflexionar sobre las mismas, dando

argumentos y demostrando habilidades de pensamiento crítico que van más allá de la disciplina.

Jesper y Talanquer (2014) hacen hincapié en que los diversos niveles establecidos deben pasar por un enfoque de enseñanza que contempla 10 tópicos:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| a) Preguntas esenciales | f) Escalas de dimensiones |
| b) Grandes ideas | g) Modos de razonamiento |
| c) Conceptos transversales | h) Contextos |
| d) Dimensiones conceptuales | i) Visiones históricas |
| e) Tipos de conocimiento | j) Enfoques filosóficos |

En la tabla 1 (pág. 23) se muestra a detalle las características asociadas a cada nivel:

El rubro que corresponde a la *química pura*, las concepciones de los ejes se centran en conceptos disciplinares; las grandes ideas, preguntas esenciales y conceptos transversales se imparten sin hacer énfasis en relaciones histórico filosóficas, contextos, modos de razonamiento, se quedan en la representación simbólica, memorística y los alumnos comprenden los conceptos como verdades absolutas.

En el rubro de la química aplicada las preguntas esenciales, grandes ideas y conceptos transversales no son simplemente cuestiones disciplinares, sino que deben estar enfocadas a resolver un problema en específico, se hace participe al alumno dentro de la resolución del problema. Aunque hay una evolución en el enfoque humanista, hay poca relación entre los ejes base y debe ayudarse al alumno para que logre hacerlo, si no se tiene cuidado en este nivel se puede caer en una mala práctica y los alumnos no lograrían representar, ni explicar los fenómenos en los niveles submicroscópico y simbólico, ya que la respuesta al problema o situación problemática, podría resolverse sin profundizar en los conceptos disciplinares contenidos en la situación planteada.

Por otra parte en el aspecto de la socioquímica, se presentan dos enfoques:

- a) Enfoque socio histórico está dirigido a la parte epistemológica y al análisis sociológico de la evolución de los conceptos de la química
- b) Enfoque socio científico está dirigido a la toma de decisiones sobre asuntos que relacionan, ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente

En este rubro se pueden aplicar las grandes ideas, conceptos transversales y preguntas esenciales empleadas en el nivel de la química aplicado. A diferencia del nivel anterior, aquí se explicitarían las construcciones históricas, sociales y filosóficas que dieron pauta a los problemas planteados. Se analizan de acuerdo al concepto disciplinar y posteriormente se le da solución a las situaciones implementando el conocimiento científico y se plantean las consecuencias económicas, sociales y políticas de la misma. El énfasis está en hacerles explícito a los alumnos la necesidad de conocer y comprender el concepto científico para después aplicarlo en una situación dada, ya que de otra forma podría caerse en analizar los conceptos desde el punto de vista fenomenológico y las respuestas no serían viables.

El último nivel: la química crítica reflexiva, se distingue por abordar problemas sociales, la evolución de los conocimientos de la disciplina, la importancia de la química en la sociedad y cuestiones éticas del uso de los conocimientos disciplinares. Esto hace que presente dos enfoques de enseñanza:

- a) Sociocultural filosófico: Comprensión y discusión de las ideas y prácticas científicas
- b) Político, social y ético: La toma de decisiones del uso del conocimiento de la química en el mundo

Para poder emplear el modelo propuesto en la figura 3 es importante la profesionalización docente, ya que es él quien debe hacer un cambio de postura con respecto a su práctica, una vez que se ha cambiado su práctica docente es momento de implementar los nuevos conocimientos. Además siempre hay que hacer énfasis en que cualquiera que sea el nivel en donde se posicione, nunca debe dejar de lado el contenido disciplinar, ya que sino todo lo que se haga por parte de los alumnos podría quedar catalogado como un simple seminario de ética

o moral debido a que sólo se contemplarían soluciones en el sentido del buen uso y mal uso de las aplicaciones de la ciencia, sin hacer propuestas que realmente puedan llevarlos a un aprendizaje. (Jesper y Talanquer, 2014).

Tabla 1. Características de los niveles del eje humanístico (Jesper, 2014).

Fases del conocimiento de química	Química Pura	Química Aplicada	Socioquímica		Química crítico-reflexiva	
			Sociohistórico	Sociocientífico	Sociocultural filosófico	Sociopolítico ético
Preguntas esenciales	Disciplinares	Interés público	Relativas a la naturaleza del conocimiento	Relativas a la ciencia actual de los alumnos	Desarrollo y aplicación del conocimiento	Centradas en el presente y futuro de la sociedad
Grandes ideas	Modelos atómicos	Ideas relevantes en el contexto de los alumnos (actuales)	Igual que química pura	Áreas emergentes de la química (química verde)	Relaciones de ciencia, tecnología, historia y sociedad	Industria química, pros y contras de la actividad de los químicos
Conceptos transversales	Enlace químico	Relacionados y de interés social (Contaminación)	Igual que química pura	Áreas emergentes de la química (desarrollo sustentable)	Conceptos multidisciplinares (sustentabilidad)	Igual que sociocultural filosófico
Dimensiones conceptuales	Composición y estructura	Composición, estructura, energía	Igual que química pura	Composición, estructura, energía y tiempo	Igual que sociocientífico	Igual que sociocientífico
Tipos de conocimiento	Interpretación y manipulación de representaciones simbólicas	Empírico, modelos y la construcción de los conceptos	Igual que química aplicada	Igual que química aplicada	Igual que química aplicada	Igual que química aplicada
Escalas de dimensiones	Descripciones submicroscópicas	Descripciones macroscópicas y su relación con el mundo macroscópico	Igual que química aplicada	Descripción de varios niveles, macroscópico, submicroscópico, social, histórico, etc.	Igual que sociocientífico	Igual que sociocientífico
Modos de razonamiento	Énfasis en reglas y sistemas matemáticos	Problemas caso y modelos	Modelos, y soluciones de acuerdo al contexto	Igual que sociohistórico	Igual que sociohistórico	Igual que sociohistórico
Contextos	Escenarios aislados, problemas numéricos	Organización y presentación de contenido químico fundamental	Construcción de las ideas científicas y el trabajo de los científicos	Según el currículo escolar	Ciencia, tecnología, sociedad	Contextos en los que los alumnos forman criterio sobre diversas situaciones
Visiones históricas	No aplican	Anecdóticas	Construcción de los conceptos científicos	Igual que sociohistórico	Historia de los conceptos	Contextos históricos y evolución de los conceptos
Enfoques filosóficos	No aplican	No aplican	Naturaleza de la ciencia Formas y trabajo de los científicos	Dilemas éticos y morales	Naturaleza de la química	Consideraciones éticas, morales, toma de decisiones y evaluación del impacto

1.3. Agua

Debido a que el tema del agua está presente en todos los currículos de nivel medio superior, y dado que este trabajo está ligado a este tema, hemos decidido incluir todos los aspectos que pueden ser de interés sobre este tema dentro del marco teórico. De tal forma que en las siguientes páginas se hace una descripción de las características físicas y químicas del agua, así como de su importancia en la vida cotidiana del ser humano, cómo se contamina y una breve descripción de la situación del agua en la Ciudad de México.

El agua representa una de las sustancias vitales para el desarrollo de la vida en el planeta. Sin embargo, esta sustancia no es un recurso abundante para consumo humano ni está sujeto a procesos de obtención sencillos, en cuanto a la infraestructura y a la economía, por lo que resulta costoso traerla a los hogares del mundo (OMS, 2012). A pesar de ello, en el informe del 2012 la OMS, en conjunto con la UNICEF, declara que a finales del 2010 sólo al 89% de los habitantes del planeta les llegaba el líquido vital en sistemas de tuberías; y que el resto todavía tenían que acudir a pozos, o sitios en donde tienen que acarrear el agua desde el sitio de recolección hasta sus hogares o bien no tenían acceso al agua para consumo humano.

No obstante, ante el aumento de la población mundial, el acceso al preciado líquido cada vez es más complicado; no sólo por la cantidad de la población a la cual hay que hacer llegar el líquido, sino porque el agua que es de consumo humano es en proporción mucho más pequeña que la cantidad de agua total existente. En el Informe del Desarrollo Humano (HDR por sus siglas en inglés) del 2006 se habló acerca de la importancia del agua en el futuro. En el informe se hacía una analogía sobre la cantidad de agua potable (de consumo humano) comparada con la totalidad del agua en el mundo, se menciona que si toda el agua del mundo estuviera contenida en una cubeta sólo una cucharada del total sería agua potable, una gran parte estaría en el agua de mar y en los polos y el resto no sería posible utilizarla porque estaría contaminada y su separación sería muy complicada. Esto es una alarma sobre el aumento de la contaminación y la

población ya que al ritmo actual en unos años más será imposible obtener agua para el consumo humano (UNICEF, 2015).

La contaminación del agua es un tópico sumamente importante ya que delimita el porcentaje total del líquido que podemos utilizar en nuestra vida cotidiana. El problema radica en que, un desequilibrio en el ciclo de este preciado recurso, tiene implicaciones en diversos niveles de la sociedad. Además, el agua es susceptible de contaminarse a lo largo de todo su ciclo. Es decir, la contaminación del aire afecta directamente las precipitaciones del agua produciendo lluvia ácida; las corrientes del agua (sean ríos, lagos o lagunas) son contaminadas cuando los habitantes vierten los desechos a éstos. Una pobre cultura de cuidado del agua puede desembocar en un alto índice de aguas negras las cuales pueden ser usadas como aguas de riego en los alimentos o bien un aumento en la temperatura del planeta provoca sequias y escases en diversas zonas, por lo que disminuye la producción agrícola y ganadera. Un aumento en el contenido de aguas residuales o aguas negras en las zonas urbanas puede desencadenar en dificultades en el tratamiento y muy probablemente, si no se tratan, desembocar en problemas de salud como: salmonelosis, cólera, y otras enfermedades gastrointestinales provocadas por ingesta de agua contaminada (HDR, 2006).

Las industrias generan una cantidad importante de desechos, los cuales están sujetos a una legislación sanitaria, pero hay países en donde estas regulaciones son muy flexibles y permiten a las industrias de manera legal o ilegal verter sus desechos a corrientes de agua tal como lo son: ríos, lagos, lagunas, mares, etc., con lo cual se establece una contaminación con una gama de sustancias tan diversa que dificulta la purificación del agua para su uso en zonas residenciales y para su consumo (OMS, 2012).

1.3.1 ¿Disolvente universal?

El agua es considerada una sustancia compuesta cuyas características químicas y abundancia hacen que sea uno de los compuestos más utilizados dentro de diversos procesos industriales y de la vida cotidiana (Chang, 2007).

En la Tabla 2 se resumen las características físicas y químicas del agua; éstas le permiten tomar el papel de disolvente para muchas sustancias, sobre todo el momento dipolar y la constante dieléctrica. El agua es pieza principal de muchos procesos químicos y bioquímicos, por lo que se considera el disolvente más común (Harris, 2007).

Tabla 2. Características físicas y químicas del agua

Agua	
Característica	Descripción
Fórmula mínima	H_2O
Constante dieléctrica	78.5ϵ
Geometría molecular	Angular, con un ángulo de enlace H-O-H de 105°
Momento dipolar	$6.2 \cdot 10^{-30}$ C.m
Densidad	0.9976 g/ mL a 25°C y 1 atm
Punto de ebullición	100°C a 1 atm
Punto de fusión	0°C a 1 atm
Reactividad	Óxidos básicos forma los hidróxidos correspondientes. Óxidos ácidos forma los ácidos correspondientes. Halógenos como el cloro, bromo, yodo, para generar los ácidos binarios correspondientes

Debido a que el agua presenta un momento dipolo es que puede interaccionar consigo misma mediante puentes de hidrógeno y generar una red muy compleja que le da estabilidad y propiedades muy diferentes a las de sus homólogos de la familia. Por ejemplo, el H_2S , H_2Se y el H_2Te los cuales son gases debido a que no presentan interacciones puentes de hidrógeno que les podrían conferir mayor orden provocando que sean líquidos.

Por esta misma razón, la temperatura de ebullición del agua es relativamente alta si se compara con otros compuestos similares como metanol, etanol, acetona, sulfuro de hidrógeno. Las interacciones puentes de hidrógeno son las responsables de que, al solidificarse, el volumen del agua aumente, contrario a la disminución del volumen de los sólidos provenientes de otros compuestos covalentes (Rayner, 2004 y Brown et al., 2006).

Estas interacciones sirven como punto de partida para explicar porqué el agua es un buen disolvente de una gran cantidad de sustancias; aunque esta explicación es más certera y acertada si se emplea el concepto de la constante dieléctrica que es la responsable de que el agua sea un extraordinario disolvente, ya que relaciona las interacciones del agua con los diferentes compuestos, asociadas al momento dipolar del agua y otras sustancias (Rayner, 2004).

1.3.2 Mezclas homogéneas y heterogéneas

El agua está generalmente formando mezclas, las cuales pueden ser homogéneas o heterogéneas. La mayoría de las veces el agua se presenta en forma de mezcla homogénea, es decir que sólo presenta una fase y se observa como una sola sustancia; este fenómeno genera muchas veces que el agua sea considerada como un elemento por los alumnos (Furió y Domínguez, 2007). Sin embargo, aunque parezca una sola sustancia, el agua potable en realidad es una disolución de sales inorgánicas, tales como: cloruros, nitratos y sulfatos principalmente de la familia I y II.

En los laboratorios de investigación, se utilizan diversos tipos de disoluciones acuosas; las cuales son mezclas en donde la característica principal de éstas es el contenido de impurezas. El cual se determina según el proceso al que se somete al agua para poder ser clasificada por instituciones dedicadas a la investigación, como la American Chemical Society (ACS) y FDA (Food and Drugs Administration) (FDA, 2015; ACS, 2015).

El agua puede mezclarse con un sinnúmero de sustancias, muchas veces logrando mezclas homogéneas. En diversas ocasiones el nivel de mezclado es tal que se observan dos o más fases dentro de la mezcla; por lo que entonces se habla de mezclas heterogéneas (Chang, 2007).

1.3.4 Separación de mezclas

Los procesos de separación de mezclas son aquellos que permiten obtener a los componentes de éstas con la mayor pureza posible. Los métodos de separación se clasifican según la propiedad fisicoquímica que utilizan para poder separar los

componentes de la mezcla. En la tabla 3 se presentan los métodos de separación más comunes y la propiedad que utilizan, así como un ejemplo.

Tabla. 3 Métodos de separación de mezclas

Método	Fundamento/Propiedad	Ejemplo
Destilación	Diferencias entre el punto de ebullición de los componentes.	El agua potable pasa por un proceso de destilación y el resultado es el agua destilada.
Extracción	Diferencias de solubilidad entre dos disolventes.	Una gran cantidad de compuestos orgánicos están presentes en material sólido, como lo es suelo, y se requiere tenerlo disuelto en agua. Para ello se pone en contacto el suelo con el agua en directo, debido a que la solubilidad del compuesto es mayor en el agua, entonces este migra del componente sólido al líquido.
Ósmosis	El paso de solutos, debido a diferencias de concentración entre dos sectores separados por una membrana semipermeable.	Los procesos biológicos están muy relacionados con el paso de solutos por la membrana celular; el proceso de purificación de agua pasa por una membrana semipermeable, la cual impide el paso de sólidos cuyo tamaño supera al de la membrana.
Electrodeposición	Se basa en las propiedades electroquímicas de las especies químicas (principalmente de los metales), y cómo éstas se ven afectadas cuando se les incide una corriente eléctrica (en disolución acuosa)	Para la obtención de metales, se utiliza la electrólisis de tal manera que los metales en disolución se depositan en una placa sólida, por ejemplo el proceso de obtención del cobre y cinc
Cristalización	Se basa en las temperaturas de saturación (solubilidad) de diversas sales en disolución acuosa	Separación de mezclas salinas, en el agua de mar, la destilación no es suficiente, ya que la mezcla de sales complica la purificación de esta sustancia, por ello se utilizan diversas temperaturas, para poder cristalizar algunos componentes, separar las fases líquidas y sólidas.

1.3.5 Contaminación del agua

Debido a las características del agua, y al papel que juega en diversos procesos en la vida cotidiana, es muy importante resaltar que ésta y su poder disolvente provoca que esté en constante contacto con diversos materiales; los cuales son difíciles de separar, logrando que la mezcla acuosa se convierta en un desecho y que sea muy difícil recuperar el agua presente.

Según informes de la ONU, UNESCO (2015) y diversas instituciones comprometidas con el medio ambiente, en 2014 se ubicaron tres fuentes principales de contaminación del agua, las cuales son: residuos municipales (todo

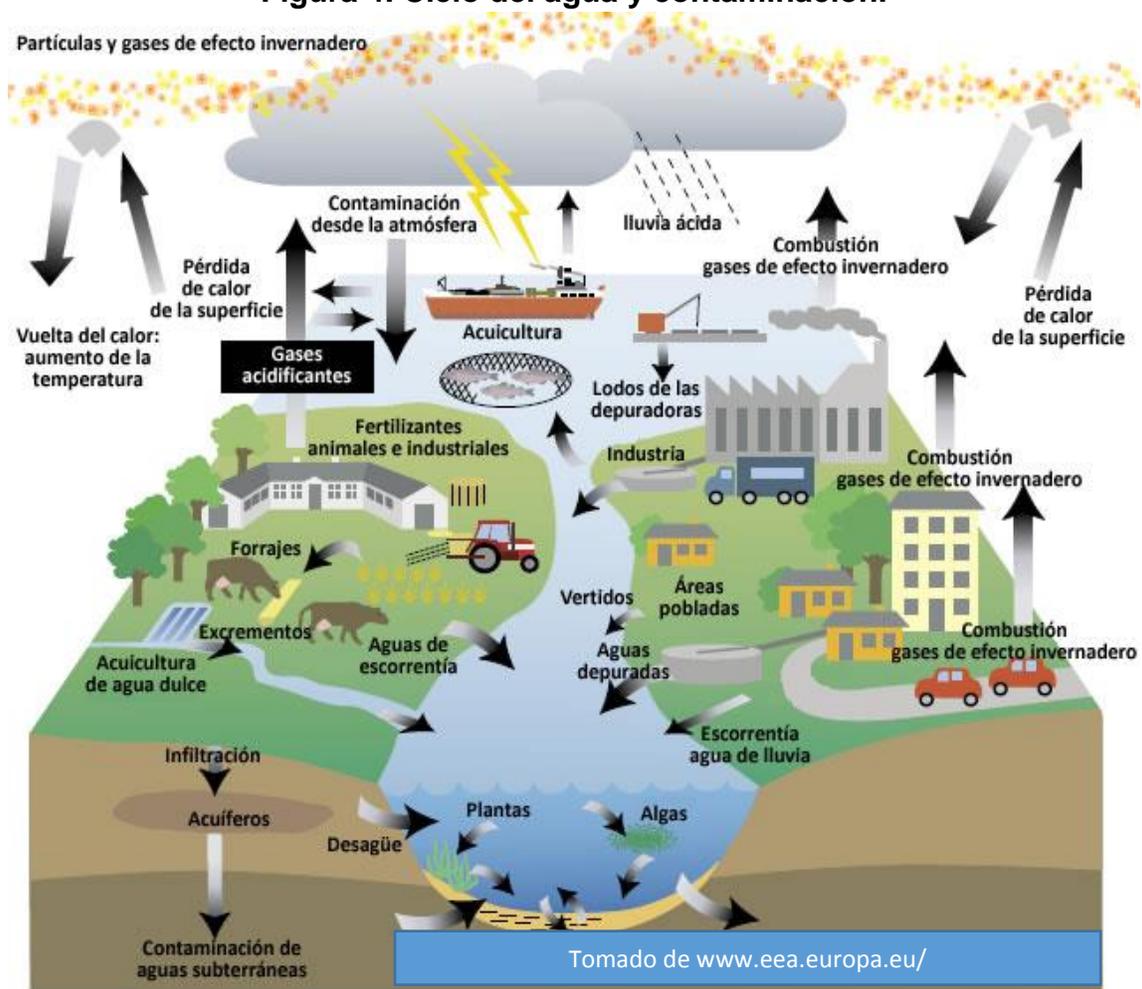
lo que proviene de la limpieza de casa y calles de las ciudades), los lixiviados de los basureros (el líquido residual que ha pasado por las capas de basura y que finalmente escurre a mantos freáticos, drenaje o cuerpos de agua) y fuentes industriales. Estas fuentes sólo contemplan el agua en estado líquido y su contaminación; sin embargo, ésta se extiende mucho más allá, por ejemplo el uso de combustibles fósiles produce cantidades considerables de óxidos de carbono, azufre, nitrógeno, etcétera. Éstos, en contacto con el agua en forma de vapor, reaccionan generando gotas de ácidos, los cuales precipitan y generan la denominada “lluvia ácida”; procesos que contaminan el agua en otro nivel. En la Figura 4 se muestra el ciclo del agua y se señalan en dónde se está contaminando. Puede observarse que la mayoría de las actividades cotidianas requieren de presencia de agua, lo cual hace que el riesgo de contaminación sea muy elevado.

Las regulaciones de contaminación del agua no van más allá de la multa para las actividades industriales, lo que implica que legalmente sólo las industrias estén obligadas a acatar reglas de uso y desecho del agua; por lo que el impacto del control en la contaminación del agua es muy bajo, ya que tanto la población actual como la industria desechan diariamente una cantidad similar de agua (ONU, 2015; UNESCO, 2015).

1.3.6 Remediación del agua

Debido a la demanda del agua potable por parte de la sociedad actual, los países del mundo o la mayoría de ellos han establecido protocolos de tratamiento del agua, centrándose en la de uso residencial o municipal, por lo cual el drenaje se vuelve la materia prima del tratamiento.

Figura 4. Ciclo del agua y contaminación.



Los tratamientos del agua están guiados por legislaciones locales o internacionales que declaran los límites máximos de contaminantes que deben existir en el agua. Estos límites contemplan sustancias, microorganismos, olor, sabor, y otros materiales de diversos tipos, con lo que se contemplan características físicas, químicas y microbiológicas (NOM-003-SEMARNAT-1997).

Los mecanismos empleados para la purificación del agua en términos generales son: filtración de desechos sólidos, contacto con carbón activado para la remoción de compuestos orgánicos y biológicos, ósmosis, cloración (PROTAR, 2015). Así mismo se pueden adicionar otras fases de purificación como electrólisis y tratamiento microbiológico (PUMAGUA, 2015).

1.3.7 Problemas del agua en México

México presenta una gran variedad de sitios hidrológicos con potencial de uso, lo que hace que sea posicionado como un país con un contenido de agua potable intermedio comparado con el resto del mundo (Boggiano, 2013). En el 2010 se publicó un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y World Wildlife Fund (WWF) en donde se estableció que México presenta 189 unidades de gestión o cuencas hidrológicas con distintos niveles de factibilidad para ser decretadas como reservas de agua. A su vez, el país es favorecido por la temporada de lluvias debido a su posición geográfica y tipo de suelo, lo que deriva en la colección del 90% de la precipitación anual, con lo cual el abastecimiento a la población podría realizarse solamente con esta masa de agua, siempre y cuando se recolectara en un 80%.

México tiene una variedad de recursos acuáticos, pero no significa que todos los habitantes del país tengan acceso al recurso vital. La urbanización de la Ciudad de México y el área conurbada ha provocado que la distribución del agua sea complicada. La ciudad está construida sobre una zona que eran canales, lo que implica que se sacrificó el ambiente acuático del terreno por la construcción, de tal manera que de la cantidad inicial del recurso se ha ido perdiendo más del 45% a lo largo de la historia (La Jornada, 2005; CONAGUA, 2015).

Diversas zonas de la Ciudad de México (CDMX) han sido afectadas por esta situación debido a la dificultad existente para la distribución homogénea del líquido. Además, existe una carga política debido a la distribución socioeconómica de la CDMX, en la que zonas de bajos recursos se ven afectadas por la falta del vital líquido con mucha más frecuencia que las zonas de alto nivel económico (Universal, 2014). Aunado a esto, a lo largo del territorio nacional, las condiciones de suministro del agua son variables, existen zonas en donde el suministro de agua depende de sitios que no están considerados dentro del Sistema Nacional de Suministro de Agua, en otros lugares el agua llega directamente de ríos cercanos a la poblaciones (CONAGUA, 2015).

La normatividad del agua en México está regulada por tres dependencias gubernamentales: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Secretaría de Salud (SS). Las cuales dictaminan los criterios de calidad del agua para uso y consumo humano.

1.4. Dificultades de aprendizaje relacionadas con la unidad del agua.

Para que los alumnos comprendan la química del agua es necesario introducir una variedad de contenidos previos, para que puedan alcanzar los objetivos marcados en los diversos currículos en donde esta sustancia aparece como tema central.

Los conceptos asociados al estudio del agua son vastos, pero en términos generales se enlistan a continuación (CCH, 1996; ENP, 1996):

- a) Sustancias elementales y compuestas
- b) Mezclas homogéneas y heterogéneas
- c) Métodos de separación de mezclas
- d) Estados de agregación
- e) Modelo de enlace covalente
- f) Solubilidad
- g) Interacciones intermoleculares

El agua es un líquido incoloro, inodoro y no presenta sabor. Furió, (2007) dice que la mayoría de los alumnos la consideran una sustancia; sin embargo, presentan dificultades para catalogarla como sustancia elemental o compuesta. Esta dificultad radica en lo que se escucha, lee y observa en el ámbito cotidiano debido a que se le considera como “elemento vital” para la vida. La concepción del agua como elemento también deriva de que macroscópicamente el agua corriente (que es una mezcla) parece una sustancia; así mismo consideran que el agua de la llave y el agua destilada no presentan diferencias más que el nombre (González, 2014; Furió, 2007). En términos estrictos el agua de uso cotidiano siempre está en forma de mezcla, y como sustancia se puede clasificar en compuesta; sin embargo, los alumnos no logran diferenciar estas dos situaciones (Furió, 2012).

La visión macroscópica del agua como sustancia presenta un obstáculo en los alumnos, porque no comprenden la diferencia entre una mezcla homogénea y una

sustancia (Raviolo, 2011). Los alumnos pueden diferenciar entre mezcla homogénea y heterogénea debido a las características macroscópicas de éstas; sin embargo, presentan dificultades de modelado a nivel submicroscópico. La dificultad aumenta cuando se les pide que dibujen una sustancia elemental y/o compuesta, una mezcla homogénea y una mezcla heterogénea; ya que tienden a modelar según su concepción macroscópica, sin hacer énfasis en las características microscópicas distintivas de una sustancia elemental, una sustancia compuesta y una mezcla (Sevian, 2015).

Uno de los temas asociados al agua y que el docente debe enfrentar es la enseñanza de métodos de separación de mezclas. Los cuales permiten hacer hincapié en la diferenciación experimental entre mezcla homogénea y sustancia, porque éstos se fundamentan en las propiedades físicas de los componentes de la mezcla para poder separarlos (Furió, 2012).

Sin embargo, para que esto pueda suceder, los alumnos deben tener una buena comprensión sobre las propiedades que definen a las sustancias ya que éstas son las que permiten llevar a cabo las separaciones (Martín del Pozo, 2012).

Un problema importante es que los alumnos asocian a los cambios de estado como un cambio de sustancia, lo cual desemboca en una deficiencia conceptual entre cambio físico y químico. Así pues, los alumnos consideran que el agua en estado sólido, líquido y gaseoso representa tres sustancias diferentes, esta creencia genera la conclusión de que los métodos de separación transforman las sustancias en otras para poder recuperarlas (Kind, 2004).

Los estados de agregación, separación de mezclas y propiedades físicas de las sustancias son considerados temas fundamentales dentro de la química básica y debe ponerse mucho énfasis en su enseñanza. Es importante incluir actividades de modelaje y argumentación cuando se impartan estos tópicos, debido a que sirven como pauta para explorar las concepciones alternativas del alumnado y permiten crear estrategias adecuadas a ellos, con la finalidad de atacar estas ideas y transfórmalas (Kuhn, 2013).

Otro tema fundamental es el modelo de enlace covalente y el de las interacciones intermoleculares ya que permiten explicar las propiedades del agua, así como su capacidad disolvente y en consecuencia la solubilidad de otras sustancias en ella. Los inconvenientes de estos tópicos son que requieren una buena comprensión de conceptos previos, tales como los discutidos en párrafos anteriores y otros más, como son: propiedades periódicas, reacción química, modelos atómicos, etc.

Es complicado que los alumnos comprendan el fenómeno de solubilidad como una interacción entre las sustancias y/o materiales, por ejemplo explicar ¿por qué se disuelve mayor masa de sacarosa que de cloruro de sodio en un mismo volumen de agua? Respuesta difícil para los estudiantes ya que no asocian las propiedades del soluto con su solubilidad, sino que sólo aplican las propiedades del disolvente y es éste quien define si el soluto será soluble en él o no. Además, los alumnos asocian el proceso de disolver un soluto en determinado disolvente a una reacción química, lo que dificulta aún más la comprensión de estos tópicos (Luxford, 2003).

Estos problemas son muy comunes dentro del aula, por lo que se deben conocer las ideas asociadas para establecer estrategias de enseñanza con la finalidad de que se genere un cambio de concepción y/o la integración de los nuevos conceptos. Por ello se resumen las concepciones alternativas, mencionadas en párrafos anteriores, en la tabla 4. (Raviolo, A., *et. al.* (2011); Sevia. H., *et. al.* (2015); Martín del Pozo., & R. Galán., (2012), Kind, V. (2004), González, D., *et. al.* (2014), Furió-Más, C., *et. al.* (2012)).

Tabla 4. Concepciones alternativas

Tópico	Concepción o idea alternativa
Sustancias elementales y mezclas	“El agua es un elemento vital” “Una disolución es una sustancia” “El agua potable es una sustancia elemental”
Mezclas homogéneas y heterogéneas	“Las mezclas son reacciones químicas”
Métodos de separación de mezclas	“Existen transformaciones químicas de las sustancias y por ello se separan”

	“Al separar una mezcla obtenemos como resultados elementos”
Estados de agregación	“Los cambios de estado representan transformaciones en las sustancias” “Un cambio de estado es un cambio químico”
Modelo de enlace covalente	“Sustancias con enlace covalente son solubles en agua, porque el agua tiene enlace covalente”
Interacciones intermoleculares	“Sólo existen entre moléculas” “Son enlaces químicos”
Solubilidad	“El disolvente es quien define si una sustancia se disolverá en él” “Lo similar disuelve a lo similar”

1.5. Habilidades de pensamiento científico

La enseñanza y el aprendizaje de la ciencia proveen un contexto específico, en el cual se deben desarrollar dos tipos de pensamiento tanto en su forma crítica como científica, los cuales permiten la formación integral de los alumnos haciendo énfasis en la habilidad de aprender a pensar (Zohar, 2006).

Para llegar o adquirir los pensamientos críticos y científicos es necesario que los alumnos adquieran una serie de habilidades, que diversos autores como Zohar (2004), Resnick (1989) y Schwartz (2005), han denominado pensamiento de orden superior; cuyas características hacen que sean complejas y difíciles de definir. Sin embargo, se pueden establecer como ejercicios cognitivos complejos que no pueden ser clasificados de manera simple (tal como lo hace la taxonomía de Bloom) pero que son de índole general para las ciencias.

Zimmerman (2006) hace referencia a que estos tipos de pensamiento se alcanzan con el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, las cuales se deben ir fomentando a lo largo de la formación de los estudiantes, comprendiendo la investigación, experimentación, evaluación de la evidencia.

Tanto la postura de Zimmerman (2006) como la de Zohar (2004), Resnick (1989) y Schwartz (2005) hacen hincapié en que para que los alumnos desarrollen las habilidades, los docentes deben presentarlas y manejarlas de buena forma, ya que es fundamental que el docente las conozca y las ponga en práctica. También hacen énfasis en el valor formativo que tienen tales habilidades en los alumnos, ya que no necesariamente porque se denominen “científicas” son exclusivas de las clases de ciencias, por el contrario son habilidades que funcionan y son parte de la formación integral de cada individuo.

Las habilidades de pensamiento científico en este trabajo son un conjunto de herramientas cognitivas que le permiten al alumno un acercamiento a los tópicos de la ciencia y que a su vez los pueda emplear en ámbitos de su vida cotidiana. (Zohar, 2006; Zimmerman, 2006).

Para el caso del presente trabajo de investigación se consideraron las habilidades de modelaje (uso de modelos) y argumentación.

1.5.1. Modelos

Dentro de las habilidades de pensamiento científico y como parte de la Naturaleza de la Ciencia se encuentran los modelos; los cuales son representaciones que sustentan las explicaciones que se dan a un fenómeno estudiado (Chamizo, 2013).

Otros autores como Zuhao (2014) definen al modelo como la representación simplificada de un sistema o fenómeno que centra la atención en aspectos específicos o componentes de un sistema, tales como ideas, objetos, cuentas o procesos.

Los modelos son parte de los estándares de evaluación educativa en diversos países como Estados Unidos, Singapur, Japón y Finlandia, y están dentro de los marcos educativos de prácticamente cualquier currículo de ciencias en el mundo (Krell *et al.*, 2015).

Han existido a lo largo de toda la historia de las ciencias, por lo que son herramientas fundamentales utilizadas para el desarrollo de los grandes tópicos de

las mismas; es por ello que la evaluación de los modelos representan una estrategia para la enseñanza de la ciencia (Chamizo, 2013).

Las características de los modelos según Chamizo (2013) son las siguientes:

- a) Representan una parte de la realidad
- b) Explican fenómenos
- c) Sirven para predecir qué sucederá a ciertas condiciones hipotéticas
- d) Los modelos tiene alcances y limitaciones
- e) Son de ayuda para demostrar o refutar argumentos

Las ventajas que ofrece el uso de modelos en las clases de ciencias es que permite al estudiante entender el papel de la representación en el proceso de investigación científica y transferir esta habilidad para mejorar la comprensión de conceptos específicos, así como entender que los modelos varían su capacidad de aproximación, explicación y predicción de fenómenos del mundo (Schwarz, 2005).

El modelaje presenta dos grandes ejes: el primero es que aprender a modelar está relacionado con la comprensión de conceptos desde un punto de vista histórico (NdC); el segundo, que es propiamente una habilidad de pensamiento, representa el poder predecir y explicar fenómenos asociados a la comprensión disciplinar (Krell, 2015).

Sin embargo, las dificultades a las que se enfrentan los alumnos son la limitada experiencia que tienen con respecto a la aplicación de modelos, su creación y delimitación del poder predictivo y explicativo del modelo (Sucklin et al; 1978, Klein, 2003, Erduran et al; 2004)

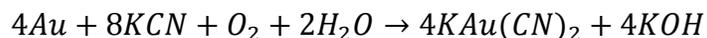
1.5.1.1. Clasificación de los modelos

Los modelos pueden clasificarse de diversas maneras. Éstas, en general, están sustentadas en el objeto de estudio del modelo; así, en la mayoría de las clasificaciones existe *el modelo mental* (Treagust, 2003) que es definido como la abstracción de un fenómeno que no necesariamente tiene que ser el aceptado científicamente. Otros modelos son los científicos, que surgen del consenso entre la comunidad científica; así también existen los modelos empíricos los cuales son explicaciones intuitivas a fenómenos observados por los individuos. En las aulas de ciencias normalmente se observan los modelos híbridos, es decir los

estudiantes combinan explicaciones científicas con sus propias explicaciones empíricas para generar estos modelos; sin embargo, también se pueden dar cuando los alumnos pasan de un modelo científico con poco poder explicativo a otro con mayor poder explicativo, por ejemplo pueden generar modelos híbridos para átomos entre el modelo de Rutherford y el modelo de Bohr (Vosniadou, 1994; Alvarado, 2012).

Por otra parte existen los modelos materiales, los cuales representan una entidad abstracta de manera empírica, por ejemplo la molécula de agua se puede representar materialmente dos formas, ejemplificadas en la figura 5, igualmente válidas, pero que en la enseñanza se vuelve fundamental aclarar las diferencias y similitudes entre ambas.

Los modelos simbólicos son representaciones que están asociadas a un lenguaje en particular, éste es específico para cada rama de la ciencia, por ejemplo un modelo simbólico en química está presente en una ecuación química, como la siguiente:



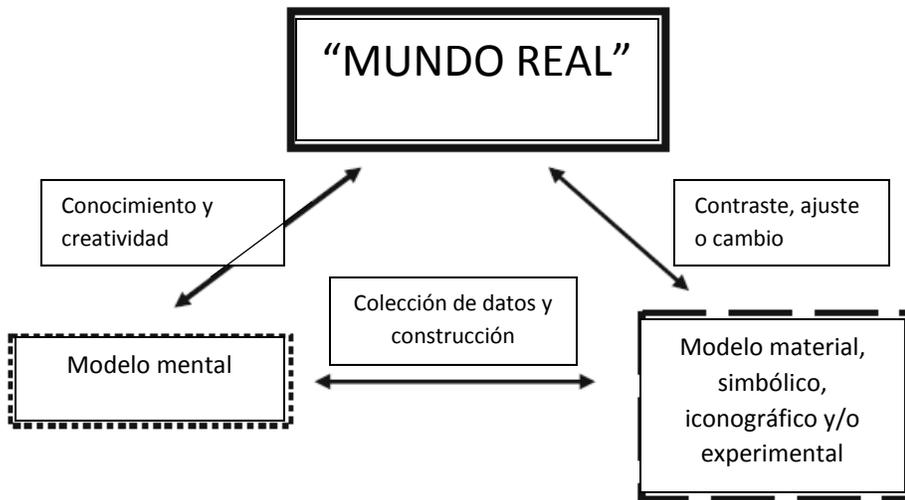
Estos modelos son formas de comunicar un fenómeno, por lo que deben cumplir las reglas de sintaxis y semántica asociadas a la disciplina. Así mismo, presentan universalidad ya que tienen la característica de que cualquier persona que tenga conocimiento de la disciplina puede interpretar la representación.

Figura 5. Modelos materiales de la molécula de agua



Las asociaciones y relaciones que existen entre los diferentes tipos de modelos están representadas en la figura 6.

Figura 6. Modelos (tomada de Chamizo, 2013)



1.5.2. Argumentación

La argumentación tiene diversas definiciones en la literatura. Según el diccionario Oxford de filosofía es *la actividad verbal, social y racional en la que se trata de convencer a un crítico de la aceptabilidad de un punto de vista*; para autores como

Kuhn es un *proceso de pensamiento racional de los científicos y la expresión científica argumentativa hace que este pensamiento sea visible* (Kuhn 1993). Para Stephen Toulmin “*toda premisa o conclusión que un individuo afirme o niegue sobre una situación en específica, debe estar representada por un argumento, el cual tendrá validez siempre y cuando sea razonable y este fundamentado en evidencias*” (Toulmin, 1978). Por su parte, Walton (1989) explica la argumentación en términos de “*una confrontación de ideas, en donde se buscan las debilidades o falacias del argumento contrario para fortalecer el personal*”. Otros autores han considerado que forma parte de las habilidades de pensamiento superior que deben desarrollarse en los alumnos en el marco de la expresión de sus ideas y creencias (Lee et al; 2014; Qun et al; 2012; Sun, 2015; Crowell, 2012; De Fuccio, 2009; Jiménez-Alexandre, 2007).

La argumentación es considerada una de las habilidades de pensamiento científico que sirve como estándar de evaluación en diversos países (Lee et al; 2014; Qun, 2012; Sun, 2015; Kuhn et al; 2014; Crowell y Kuhn, 2012; De Fuccio et al; 2009; Mendoza y Justi, 2014). Es parte de la Naturaleza de la Ciencia, ya que engloba características del conocimiento científico y su desarrollo tales como: la discusión, la confrontación de hipótesis y su aceptación o refutación con evidencias experimentales, permiten darle sustento a los modelos creados, y sirve para discutir con las ideas de los pares sobre un mismo fenómeno (Sampson y Clark, 2009).

La argumentación es un pilar de la educación científica y permite el acceso a la llamada alfabetización científica, debido a que se asegura que la participación de los estudiantes en prácticas argumentativas les ayuda a entender cómo se genera el conocimiento científico, su justificación y la evaluación del mismo, además de su aplicabilidad para resolver problemas. (Ling et al; 2014).

Para que los alumnos tengan acceso a la argumentación, en primer lugar deben ser ellos los docentes los que comprenda el ejercicio de esta habilidad, ya que es parte integral de la formación docente y en general de la formación de cualquier individuo; sin embargo, ésta no está considerada dentro de la formación de los

docentes de ciencia, lo que dificulta su implementación en las prácticas cotidianas (Xie, 2012).

Según De Fuccio *et al.* (2009) la diferencia entre un docente que maneja la argumentación como parte fundamental de su práctica es que modifica la visión de la ciencia en los alumnos, mientras que en un aula tradicional todo se centra en el profesor y la memorización de conceptos disciplinares; por otra parte aquel que aplica la argumentación como parte de su práctica, convierte el aula tradicional en un aula argumentativa, la cual se caracteriza por:

- a) No todo es conceptual, sino que se debe permitir la argumentación como herramienta para justificar sus premisas aún sin contenido conceptual.
- b) Establece relaciones entre la NdC y argumentación, siendo punto de partida para el desarrollo de otras habilidades de pensamiento científico
- c) Se da pauta para que se hagan preguntas, que inciten o motiven al estudiante a conocer más sobre un tópico
- d) Las discusiones tienen un papel fundamental para concretar los contenidos, además que son punta de partida para otros tópicos curriculares.

Dentro del aula de clases hay que hacer diferencias entre dos tipos de argumentación: la cotidiana y la científica. En términos generales, la argumentación se lleva a cabo cuando el punto de vista individual no es aceptado por los demás (Xie, 2012), pero se vuelve una argumentación científica cuando se hace énfasis en las relaciones del punto de vista con una base teórica y evidencias presentadas, lo cual es una forma de acercar a los alumnos a la construcción del conocimiento científico (Sun, 2015).

La argumentación representa ventajas en los alumnos, ya que no sólo considera aspectos de la ciencia, sino que su ejercicio continuo permite el desarrollo de distintas habilidades, como lo son:

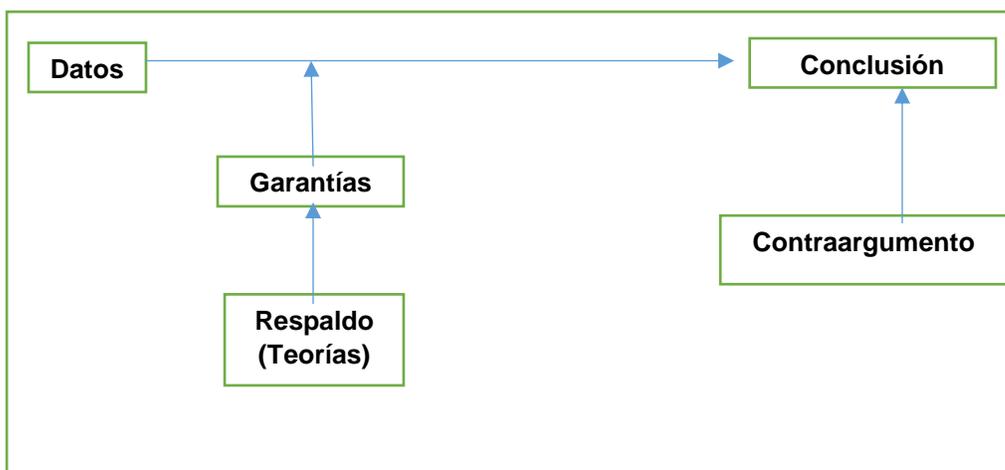
- a) Mejora la capacidad para comunicar ideas orales y escritas (Ling *et al.*; 2014)
- b) Fomenta el trabajo en equipo (Phelps, 1989)
- c) Permite desafiar la validez de las ideas de los demás (Damon, 1989)

- d) Fomenta la construcción interna de ideas, a partir de reflexión individuales internas y la externalización de las mismas (Kuhn, 1993)
- e) Permite a los alumnos el cuestionamiento de constructos sociales (Jimenez-Alexandre, 2000)
- f) Permite aceptar reglas sociales y científicas y conjuntarlas para la mejor comprensión de un fenómeno (Yackel, 1996)

El ejercicio de la argumentación no es fácil de implementar en el aula, sin embargo, existen herramientas que nos permiten hacerlo de manera más simple. En este sentido la propuesta de Stephen Toulmin (1979) es la más utilizada para este fin, esto debido a que presenta un esquema “sencillo” que guía al individuo para la construcción de un argumento.

Toulmin hace hincapié en que para la conclusión (C) de algo, se parte de evidencias o datos (D) que nos permiten llegar a tal conclusión. Sin embargo, para que C tenga un mayor peso argumentativo debe estar sustentada en una serie de conocimientos previos, los cuales son garantías (G) del argumento; si la garantía a su vez está respaldada (R) por una teoría, ley o conocimiento científicamente aceptado, el argumento adquiere mayor relevancia, además si el individuo conoce los alcances o limitaciones de su conclusión entonces conoce las condiciones a las cuales su argumento es válido y las condiciones en las cuales el argumento no tiene validez, con lo cual crea el contraargumento (CA). Esta explicación de la propuesta de Toulmin se presenta en la figura 7 la cual se conoce como Patrón de Argumentación de Toulmin o TAP por sus siglas en inglés (Toulmin’s Argumentation Pattern, 1979).

Figura 7. Propuesta de Toulmin para la construcción de un argumento



Hay que resaltar que la propuesta de Toulmin surge en el ámbito de la abogacía; sin embargo, es aplicable a cualquier disciplina. Un argumento será de mejor calidad cuantos más elementos tenga y sean congruentes con la conclusión dada.

Por otra parte existen otro tipo de propuestas de argumentación, una de las más destacadas y empleada como herramienta para argumentar dentro del aula de clases es la de Walton (1989), la cual surge dentro del ámbito socio político y tiene como base tres postulados:

- a) Adquirir compromiso con nuestra idea o postura
- b) Usar las premisas del argumento rival para apoyar mi teoría o postura
- c) Identificar las debilidades del argumento contrario para poder expresar por qué la idea personal tiene mejor constructo

Walton no hace referencia a ningún tipo de esquema de construcción, sin embargo, hace hincapié en que se requiere que la persona centre su atención en el argumento del oponente, ya que se entiende que el individuo conoce muy bien o está convencido de su postura, y el objetivo de argumentar es convencer a los demás sobre la postura o la premisa que se tiene sobre un fenómeno (Crowell *et al*; 2012).

En ambos casos (Toulmin y Walton) se plantean que el mejor argumento es aquel en donde el individuo conoce muy bien su postura y se centra en fortalecer sus debilidades (contrargumento), entendiéndose como el máximo desarrollo de la habilidad de argumentación (Kuhn, 2013).

Además, los argumentos construidos por los estudiantes dentro del aula presentan dos ejes fundamentales: El epistémico, que hace referencia a las creencias y valores que los individuos presentan con sus pares; y el conductual que hace referencia a la aceptación de los valores sociales con respecto a ciertos tópicos (Kuhn, 2013). Si bien el aspecto disciplinar no aparece en estos dos ejes, no significa que queda fuera totalmente, está implícito dentro del ambiente del aula. Si el docente no es capaz de argumentar y convencer a sus alumnos de tomar los conceptos disciplinares para la construcción de sus argumentos, entonces éstos

tendrán una carga alta de creencias y no habrán integrado el nuevo conocimiento (Crowell, 2012; De Fuccio, 2009; Kuhn, 2010).

1.6. Indagación

Para lograr un mejor aprendizaje, por parte de los estudiantes dentro del aula de, se han propuesto diversas estrategias dentro de las cuales se encuentran enfoques de diversos tipos como: CTS (Ciencia, tecnología sociedad), Química Verde, NdC (Naturaleza de la Ciencia); que están relacionadas con estrategias tales como: Argumentación, Indagación, POE (Predice, Observa y Explica), MORE (Modelo, Observo, Reflexiono, Explico), ABP (Aprendizaje Basado en Problemas). Estas estrategias y enfoques no son aplicados de manera individual, sino que existen relaciones entre ellas, por ejemplo, la indagación está muy relacionada con la argumentación, la experimentación y el modelaje; el POE y el ABP pueden ser aplicados a la par, y fomentan la resolución de problemas, habilidades la observación, explicación, etcétera; esta diversidad de combinaciones permite al docente, crear o modificar estrategias que aprovechen al máximo las posturas escogidas o bien proponer una secuencia en la cual se esperen obtener objetivos que vayan más allá del aprendizaje de conceptos (Edwards, 2004).

1.6.1. Concepto general de indagación (Historia y desarrollo)

La indagación es un concepto presentado desde 1910 por John Dewey; quien postulaba que la enseñanza no debería seguir en el enfoque tradicionalista¹, para ello su propuesta contemplaba que los individuos formados serían parte de la civilización del futuro, en donde tendrían que poseer conocimientos científicos, pero también habilidades científicas y de pensamiento que les servirían para su mejor desempeño en la sociedad. Estos postulados de la nueva enseñanza de la ciencia fueron propuestos en el libro *Dewey's Logic: The Theory of Inquiry*, el cual fue referente para la enseñanza de las ciencias en general, y posteriormente fue utilizado como base para los estándares nacionales de educación de Estados Unidos de Norteamérica (Alberts, 2000).

¹ Aquella en la que el docente es el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y no permite la interacción entre y con los estudiantes.

Los postulados propuestos por Dewey sobre indagación se enuncian a continuación (Bybee, 2000):

- Se debe partir de alguna experiencia actual y real del niño.
- Se debe identificar algún problema o dificultad suscitados a partir de esa experiencia.
- Se deben inspeccionar los datos disponibles, así como generar la búsqueda de soluciones viables.
- Se deben formular la hipótesis de solución.
- Se deben comprobar la hipótesis por la acción.

La indagación fue presentada por Dewey, pero no fue definida por él. El desarrollo de la indagación se remonta a la década de los 50's y 60's, en donde Joseph Schwab propone que sea parte de los currículos de ciencias, porque permite abordar otros enfoques tales como la Naturaleza de la Ciencia; además de que hace énfasis entre dos tipos de indagación (la primer clasificación de indagación): estable y fluida.

La indagación estable es aquella en donde el docente propone los problemas, y el alumno utiliza herramientas dadas por el docente para resolverlos; la indagación fluida permite un desarrollo más amplio del alumno, ya que éste puede llegar más allá de lo previsto, se plantean problemas mucho más abiertos y que le permiten la toma de decisiones (Bybee, 2000). El problema de la propuesta de Schwab es que sigue sin definir indagación de manera concreta (Reyes y Padilla, 2012).

En la década de los 60's J. Rutherford hizo una crítica hacia el modelo de enseñanza basado en la indagación, y menciona que aunque se establezca como postura educativa, en la práctica se sigue privilegiando el aprendizaje memorístico (Alberts, 2000). Por ello usaron los siguientes postulados para comprender la indagación en el aula:

- Es posible darle importancia a la ciencia, una vez que se reconoce la necesidad de considerar cómo se fue dando el conocimiento y estudiarla con la premisa de que los conceptos fueron desarrollándose en un contexto específico.
- Es posible aprender algo de la ciencia sin seguir el proceso de los métodos de investigación utilizados en la ciencia. Es decir diferencia entre ciencia de frontera y ciencia del aula.

- El laboratorio se puede utilizar para proporcionar la experiencia de los estudiantes con algunos aspectos o componentes de las técnicas de investigación empleadas en una ciencia, pero sólo después de que el contenido de los experimentos se ha analizado cuidadosamente por su utilidad.

En este sentido Rutherford hace énfasis en el papel del docente dentro del aula. Para poder llevar a cabo la enseñanza cuyo fundamento está en la indagación, los docentes deben ser preparados para aceptar esta postura. Si un docente no entiende la indagación no la aplicará y regresará a la metodología que domina, por lo que no sólo se debe implementar dentro del currículo, sino que debe haber un trabajo previo con los docentes, para que ellos estén preparados en esta forma de enseñanza (Deboer, 2006).

Una vez más este punto de vista hace una crítica a la forma en que se implementó la indagación dentro del aula de clases, pero seguía sin haber una definición concreta. Fue hasta 1996 que el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos de América propone una definición de indagación como: *“Las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas”*

Las caras de la indagación son postulados propuestos por Wheller (2000) que incluyen a los actores dentro del aula: los estudiantes, el docente, las actividades y el contexto (Whellwe, 2000; Padilla y Reyes, 2012).

1.6.2. Indagación en el aula

Dentro del aula de clases, la indagación puede ser aplicada de tres formas diferentes; según Martin y Hansen (2002) estas formas están dirigidas de acuerdo al papel del profesor dentro de las actividades propuestas: Indagación abierta, la indagación guiada y la indagación acoplada. Estas formas de indagación en el aula implican un grado diferente de participación activa por parte de los alumnos y los docentes (Padilla y Reyes, 2012).

Las actividades están dirigidas para que el alumno desarrolle e integre conocimientos disciplinares, pero también para que desarrolle habilidades de pensamiento científico que le servirán para desenvolverse dentro de su ambiente socio científico. Estas actividades no necesariamente deben estar consideradas como trabajos de laboratorio, también pueden incluir actividades de corte social, político, ambiental, y que pueden ir desde responder preguntas, realizar lecturas, información periodística, artículos científicos, programas televisivos, que inviten al alumno a reflexionar, criticar, proponer y justificar sus argumentos, basados en el conocimiento adquirido dentro del aula de clase. (Leherer *et al*; 2000)

1.7 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el nivel de argumentación y modelaje que pueden alcanzar los estudiantes cuando de manera explícita estas habilidades se manejan a lo largo de un curso de educación media superior?

1.8 HIPÓTESIS

Si se enseñan de manera explícita las habilidades de argumentación y modelaje durante el curso de Química I, entonces los alumnos lograrán emplear estas habilidades en sus clases.

1.9 OBJETIVOS

Para estudiantes de nivel medio superior:

- ▶ Investigar, modificar y desarrollar una rúbrica que permita la evaluación de su nivel de argumentación y modelaje.
- ▶ Determinar mediante una rúbrica de evaluación el nivel alcanzado en la habilidad de modelaje.
- ▶ Determinar mediante una rúbrica de evaluación su capacidad de argumentación.
- ▶ Desarrollar una serie de actividades de enseñanza aprendizaje de la unidad temática del agua.

- ▶ Reflexionar y proponer mejoras para las actividades de enseñanza aprendizaje una vez que sean aplicadas.

Capítulo 2

Metodología

2. METODOLOGÍA

El proceso de investigación empleado en el presente trabajo se basa en la propuesta de McKernan (1988), en la cual se proponen dos bucles o ciclos de investigación-acción. Como se observa en el modelo que se presenta en la figura 8, durante el primer ciclo se plantean la pregunta de investigación, las hipótesis así como el planteamiento de los objetivos y por ende la estrategia a seguir. Esta última consiste en una serie de actividades (ver anexo 1) embebidas en el marco de la indagación con la finalidad de que apliquen las habilidades de argumentación y modelaje. Así mismo, se plantean actividades relacionadas con la Naturaleza de la Ciencia (NdC) con un enfoque explícito. Las evidencias se obtendrán a partir de la aplicación de las actividades y las evaluaciones realizadas en las clases.

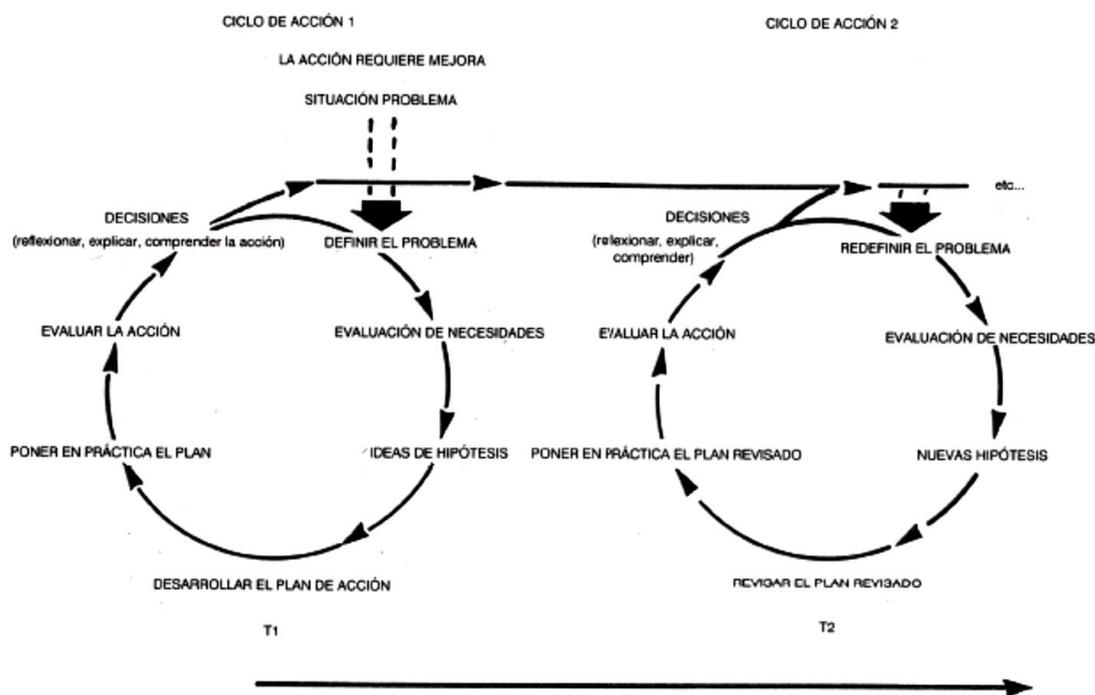


Figura 8. Modelo de investigación acción de McKernan

Cabe resaltar que las actividades están propuestas según lo reportado por Leach y Scott (2002), por lo que primero se plantea una explicación para que el docente las conozca, se le dan algunas recomendaciones y se plantea una breve

justificación teórica; finalmente se muestra la actividad tal y como se le presentaron a los alumnos.

La puesta en práctica de las actividades se detalla en la tabla 5. En ésta se muestran las evidencias que se obtuvieron de cada una de ellas; vale la pena destacar que el profesor titular del grupo impartió las sesiones teóricas antes de cada actividad, con la finalidad de que los alumnos tuviesen los conocimientos previos necesarios para poder resolver cada una de las actividades.

Tabla 5. Actividades aplicadas y evidencias obtenidas

Actividad	Tipo de actividad	Evidencia
Clase plenaria sobre Naturaleza de la Ciencia	Clase	
Cuestionario: Creencias sobre la ciencia	Respuesta a Cuestionamientos y Discusión grupal	Respuestas a las preguntas por escrito
Clase plenaria sobre el uso de la rejilla de argumentación de Toulmin	Clase	
¿Cómo trabajan los científicos?	Trabajo en equipos	Respuestas a las preguntas y rejilla de argumentación
Clase plenaria sobre modelos	Clase	
El agua en nuestro entorno	Discusión grupal	Dibujos y respuestas a los cuestionamientos por escrito
¿El agua , “disolvente universal”?	Sesión experimental	Informe experimental
¿Cómo separo el agua presente en una mezcla?	Sesión experimental	Informe experimental
¿Calidad del agua?	Sesión experimental	Informe experimental
Examen 1		Tres preguntas dentro de una evaluación parcial
Examen 2		Tres preguntas dentro de una evaluación parcial

2.1 Evaluación de las evidencias

La evaluación se realizó en función de las habilidades de argumentación y modelaje. Para ello, se desarrolló una **rúbrica general (ver pág. 52)** en la que se establecen diferentes niveles, tanto de los argumentos como de los modelos que establecieron los alumnos en cada una de las evidencias obtenidas. La rúbrica es una propuesta modificada a partir de lo que plantean Mendonça y Justi (2014).

La modificación se hizo acorde con los objetivos de este trabajo debido a que la propuesta original se presenta para evaluar un tema en específico (Estructuras de Lewis y enlace), pero con énfasis en modelos y argumentación.

En la rúbrica se añadieron algunos niveles para la evaluación de los modelos en tres categorías diferentes: modelos macroscópicos, híbridos y submicroscópicos, ya que en fueron las que aparecieron en los datos obtenidos.

Así mismo, se adicionaron nuevos niveles para los argumentos, ya que no en todos los casos se modelaba y se argumentaba a la par. Por ello era importante mantener la rúbrica para evaluar ambas actividades al mismo tiempo, pero también tiene utilidad en casos de ejercicios en donde sólo se argumentara o modelara.

En la tabla 6 se detalla cómo fue la evaluación de las evidencias:

Tabla 6. Evaluación de evidencias

Actividad	Evidencia	Evaluación
Cuestionario: Creencias sobre la ciencia	Respuestas a las preguntas por escrito	Matriz de correlación Rúbrica específica
¿Cómo trabajan los científicos?	Respuestas a las preguntas y rejilla de argumentación	Rúbrica específica
El agua en nuestro entorno	Dibujos y respuestas a los cuestionamientos por escrito	Rúbrica General y Rúbrica de informe
¿El agua es el “disolvente universal”?	Informe experimental	Rúbrica General y Rúbrica de informe
¿Cómo separó el agua presente en una mezcla?	Informe experimental	Rúbrica General y Rúbrica de informe
¿Calidad del agua?	Informe experimental	Rúbrica General y Rúbrica de informe
Examen 1	Tres preguntas dentro de una evaluación parcial	Rúbrica General
Examen 2	Tres preguntas dentro de una evaluación parcial	Rúbrica General

RÚBRICA GENERAL PARA EL ANÁLISIS SIMULTÁNEO DE ARGUMENTOS Y MODELOS

Nivel	Descripción
1-E (1)	Empírico. Basan sus razonamientos en términos del fenómeno (lo que observa a nivel macroscópico)
1-R	Representacional. Explican utilizando una representación (imagen, dibujo, estructura, etc.)
1-RM (2)	La Representación es a nivel Macroscópico
1-RH (3)	La Representación es un Hibrido entre nivel macroscópico y microscópico
1-RS (4)	La Representación es a nivel Submicroscópico
1-T (4)	<i>Teórico. Basan su razonamiento en términos de la teoría vista en clase y se emplean de manera adecuada</i>
2-TE (5)	Teórico-Empírico. Crea relaciones entre el fenómeno de estudio y los conceptos vistos en clase
2-TR (8, 7 o 6)	<i>Teórico-Representacional.</i> <i>Relaciona los conceptos vistos en el aula y logra representarlos (imagen, dibujo, estructura, etc.) para explicar diversas situaciones de estudio</i>
3-TRE (9)	Teórico-Empírico-Representacional. Su razonamiento explica fenómenos con conceptos teóricos y los representa mediante un modelo
4-P (10)	Persuasivo. Su razonamiento explica fenómenos con conceptos teóricos y los representa mediante un modelo, además conoce los alcances y limitaciones de sus explicaciones

El número entre paréntesis corresponde al puntaje dado por categoría.

En el caso de aquellos que presenten más de un puntaje como el caso del 2-TR, el valor más bajo vendrá acompañado de un modelo macroscópico, el valor intermedio de un modelo híbrido y el valor máximo de un modelo submicroscópico.

En cuanto a los niveles presentados en la rúbrica se consideraron las siguientes acotaciones:

1-E (Empírico): Es el nivel más bajo, ya que sólo es el reflejo de lo que los alumnos observan a nivel macroscópico sobre el fenómeno de estudio. Generalmente, este nivel es de gran ayuda para un arranque exploratorio de una temática nueva, en donde se busquen concepciones alternativas sobre las creencias de los alumnos.

1-R (Representacional): En este nivel, se hace referencia a una representación gráfica (la cual puede ser un dibujo, tabla, gráfica, esquema) para la explicación del fenómeno de estudio. Dado que las representaciones en química son importantes, se debe clasificar la diversidad de modelos empleados por los alumnos; para ello se hace una subclasificación de este punto:

- a) 1-RM. El modelo es un reflejo del fenómeno a nivel macroscópico
- b) 1-RH. El modelo es un híbrido entre el nivel macroscópico y microscópico
- c) 1-RS. El modelo es una visión submicroscópica del fenómeno de estudio

Es importante aclarar que el mayor nivel de una representación, de acuerdo con este rubro, es que se haga a nivel microscópico; debido a que la mayoría de los fenómenos químicos se estudian primero a nivel macroscópico y después a nivel microscópico, donde los modelos de partículas nos ayudan a explicar los fenómenos de estudio. Muchos alumnos desarrollan modelos híbridos, ya que por diversas circunstancias en las que confronta su conocimiento empírico con el conocimiento aprendido en el aula, no logran alcanzar el modelo microscópico. Es por ello que este tipo de representación aparece en la rúbrica, ya que de otra manera no sería posible evaluar a todos los alumnos (Caañamo, 2003; 2014, Vosnadiu, 1994; Gilbert y Treagust, 2009).

1-T (Teórico). En este rubro se evalúa si los conceptos teóricos están bien estructurados dentro de una explicación escrita realizada por los alumnos. Este nivel está por encima de los niveles 1-M y 1-RH, pero está al mismo nivel que el 1-RS, ya que se espera una relación entre una representación microscópica y una mejor comprensión de los conceptos teóricos.

2-TE (Teórico-Empírico). En este nivel se evalúa la relación que hacen los alumnos con respecto a los conceptos teóricos y sus conocimientos empíricos sobre un fenómeno de estudio. De acuerdo a los niveles de comprensión anteriores. En este nivel, el alumno es capaz de hacer uso de la teoría vista en clase y asociarla a sus comprensiones empíricas, creando una explicación mucho más compleja.

2-TR (Teórico-Representacional). En este nivel los alumnos explican su comprensión de un fenómeno de estudio en función de una representación y los conceptos teóricos que se han aprendido. Cabe resaltar que en este rubro hay varios casos según sea la representación:

- a) Buen uso de conceptos teóricos con un modelo macroscópico
- b) Buen uso de conceptos teóricos con un modelo híbrido
- c) Buen uso de conceptos teóricos con un modelo microscópico
- d) Mal uso de conceptos teóricos con un modelo macroscópico
- e) Mal uso de conceptos teóricos con un modelo híbrido
- f) Mal uso de conceptos teóricos con un modelo microscópico

Para la evaluación se decidió asignar tres puntajes: 4, 5 y 6; los cuales se describen a continuación:

El puntaje de 4 corresponde a los casos de un mal uso de conceptos teóricos, pero con modelos macroscópicos e híbridos (incisos a, d y e); debido a que ni la representación ni la explicación satisfacen la actividad planteada.

El puntaje de 5 corresponde al caso de uso de un modelo microscópico, pero con mal empleo de conceptos teóricos (incisos a, f); así como buen uso de conceptos teóricos con el empleo de modelos macroscópicos e híbridos (incisos a y b)..

El puntaje máximo correspondería al buen uso de los conceptos teóricos aunado a un buen modelo microscópico (inciso c).

3-TRE (Teórico-Representacional-Empírico). Este rubro requiere de una relación entre el conocimiento sobre los fenómenos, los conceptos teóricos de estudio y las representaciones asociadas a ellos.

Debido a que se pueden presentar diversas situaciones, en este nivel es posible alcanzar los siguientes puntajes 5, 6 y 7:

- a) Puntaje 5. Se considera que el alumno sólo está asociando dos de los tres rubros; es decir, está en un nivel mucho más bajo como lo es 2-TE o 2-TR. La diferencia para clasificarlo dentro de los rubros anteriores o el rubro 3-TRE es que en el ejercicio se le puede solicitar de manera explícita que se hagan esas relaciones, por lo que se espera que el alumno las haga. En cambio, el nivel 3-TRE se asocia directamente a si el alumno lo hace sin instrucción previa.
- b) Puntaje 6. El alumno plantea o hace uso de modelos híbridos y macroscópicos en sus explicaciones
- c) Puntaje 7. El alumno emplea los conceptos teóricos adecuadamente, y hace una representación microscópica en la explicación de diversas situaciones de estudio.

4-P (Persuasivo). Este es el mayor nivel esperado dentro del trabajo, en el cual no sólo se hace una relación entre la fenomenología, los conceptos y las representaciones a nivel submicroscópico, sino que además el alumno es capaz de expresar las limitaciones y alcances de su propia explicación.

En los casos en los que se encuentren asociadas representaciones como en los niveles 1-R, 2-TR y 3-TRE, se presentan tres posibles puntajes; el inferior siempre hará alusión a que la representación es a nivel macroscópico; el valor intermedio, se asocia a una representación híbrida y el puntaje máximo a una representación submicroscópica.

La diferencia entre los tres modelos radica en lo expresado por diversos autores (Caamaño, 2003; Vosnadiu, 1994; Chamizo, 2010) en donde el modelo macroscópico está representando la visualización fenomenológica de una situación; en la figura 9 se muestra un ejemplo de ello.



Figura 9. Se observa la representación macroscópica de un fenómeno cotidiano, tal como lo es el agua hirviendo. Como se detalla no se observan las partículas, sino simplemente la descripción del fenómeno.

Por otra parte, el modelo híbrido hace alusión a partículas, pero conservando características macroscópicas. Desde ese punto de vista, este modelo parece no distar mucho del macroscópico; sin embargo, en estos modelos se hace alusión a propiedades de las partículas que no pueden explicarse desde una perspectiva macroscópica, es decir el modelo representa algunas propiedades de las partículas (movimiento y energía en particular)



Figura 10. Se presenta un modelo híbrido en el cual se hace alusión a partículas, y su paso del estado líquido al gaseoso, sin embargo aún se ven los pliegues que hacen alusión al comportamiento macroscópico del agua

Por su parte el modelo sub microscópico representa partículas y sus interacciones o comportamientos durante un fenómeno, ejemplos de modelo híbrido y modelo submicroscópico son mostrados en las figuras 10 y 11.

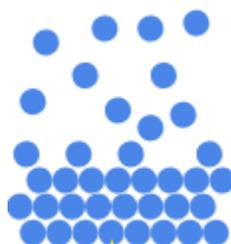


Figura 11. Se presenta un modelo del agua hirviendo en donde no se hace alusión a las propiedades macroscópicas del agua, sino que simplemente se ilustran las partículas del agua en estado líquido y en estado gaseoso, inclusive presenta al agua en una forma definida, lo cual representa que está contenida en un recipiente.

2.1.1 Cuestionario: Creencias sobre la ciencia

El cuestionario de creencias sobre la ciencia se evaluó mediante una matriz, en la cual se analizó cada una de las respuestas a cada pregunta y se establecieron palabras clave o patrones. De igual forma, se hizo una comparación de las ideas que aparecieron en las respuestas con lo estipulado en la bibliografía sobre concepciones de la Naturaleza de la Ciencia. (Acevedo., 2009; Estany. *et. al.*, 2001; Fernández. I *et. al.*, 2002)

2.1.2 Cómo trabajan los científicos

Para la actividad ¿Cómo trabajan los científicos? se establecieron dos evaluaciones: la primera tenía que ver con las ideas que presentaban sobre la naturaleza de la ciencia, mientras que la segunda tiene contemplado el uso de la rejilla de argumentación.

Para el caso de ambas evaluaciones se elaboró una rúbrica, la cual es presentada a continuación, sin embargo para determinar el buen uso de la rejilla, también se apeló al constructo presentado por Toulmin.

Rúbrica para la evaluación de la actividad ¿Cómo trabajan los científicos?

Aspecto	0	1	2
Ideas de la Naturaleza de la Ciencia (NdC)	Plasma una idea presentada y la liga con otras que el presenta	Plasma ideas no acertadas sobre el quehacer científico	Presenta ideas que van acorde a la Naturaleza de la Ciencia
Garantías y Sustentos	Sus garantías son meramente empíricas	Trata de usar conceptos de ciencia, pero de manera equivocada	Utiliza conceptos científicos para argumentar
Conclusión	No presenta relación alguna con la premisa inicial	La conclusión es una extensión de la idea deformada	La conclusión está asociada a su premisa inicial y no es una idea deformada
Rejilla de argumentación	No utiliza la rejilla para argumentar	Presenta la estructura, pero confunde las partes de la misma	Utiliza la rejilla de manera adecuada

La rejilla de argumentación se estableció como herramienta de trabajo a partir del modelo propuesto por Toulmin (ver pág. 42), donde la construcción de un argumento está asociada a un buen manejo de la rejilla. En la Figura 12 se muestra un ejemplo de argumentación empleando en modelo de Toulmin.

Para la construcción de un argumento se está planteando un buen uso de la rejilla, la cual debe presentar congruencia entre todos sus componentes.

En la figura 12 se aprecia que la conclusión es el resultado de la evaluación de los datos experimentales presentados en las premisas, el contraargumento es correcto ya que la solubilidad de una sustancia depende de la temperatura; sin embargo, la garantía y el sustento no son congruentes debido a que no están relacionados directamente con las premisas y la conclusión; datos de solubilidad relacionados con el cloruro de sodio en agua, reportados en la literatura hubiesen sido mejor opción para éste caso.

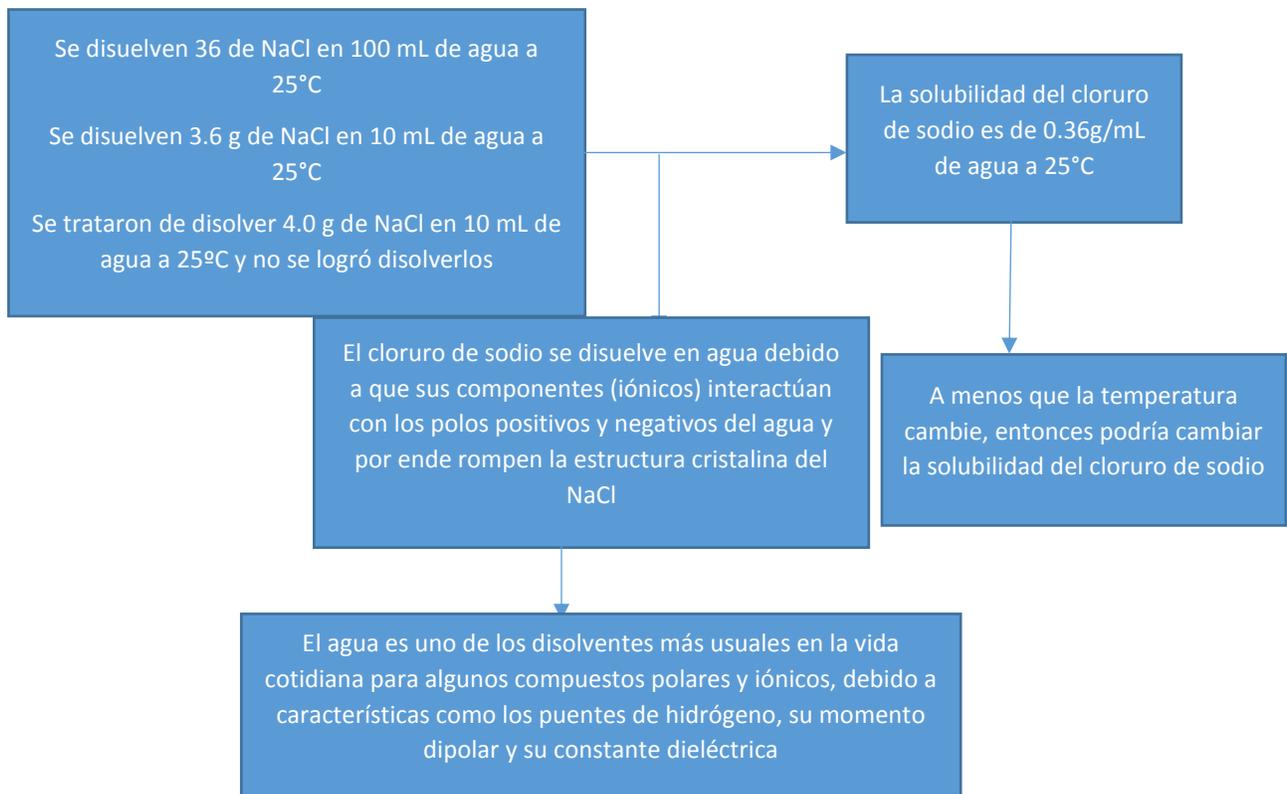


Figura 12. Se observa un ejercicio de argumentación empleando la rejilla de Toulmin, se distinguen las partes: D-datos, C-conclusión, R-contrargumento, W-garantía, B-Base o sustento.

2.1.3 El agua en nuestro entorno

Para esta actividad la evaluación consistió en la rúbrica general, ya que modelaron algunas situaciones y posteriormente argumentaron sus respuestas con respecto al tópico de estudio.

2.1.4 ¿El agua, disolvente universal?, ¿Cómo separo una mezcla? y ¿Calidad del agua?

Para el caso de estas tres actividades, se llevaron a cabo dos tipos de evaluaciones: la primera consistió en una rúbrica para los componentes que debe contener el informe, que entregaban al terminar la sesión experimental, y con la cual se les asentó una calificación; la rúbrica se presenta a continuación:

Rubro	0	1	2
Título	Presenta	Presenta y hace alusión al tema	El título está relacionado completamente con el tema de estudio
Problema	No tiene relación con lo realizado en clase	Tiene relación parcial con algunos conceptos	Está relacionado completamente con lo realizado
Objetivos	Planteados sin relación con el problema	No tiene relación con el título, pero si con el problema	Relaciona el problema y el título con sus objetivos
Metodología	Muestran frases cortas y sin sentido	Presentan grosso modo lo que realizaron	Describen a detalle lo que realizaron
Resultados	Muestran resultados sin un orden en específico	Presentan resultados, todos macroscópicos	Presentan resultados submicroscópicos y macroscópicos con un orden
Análisis	No hay un análisis congruente	El análisis presenta algunas premisas de lo discutido en clase	El análisis implementa conceptos dados en la discusión grupal o investigación personal
Conclusiones	Su conclusión no tiene relación con los demás rubros	La conclusión presenta relación con su análisis pero no con sus objetivos y problemas	La conclusión es adecuada y se relaciona con los rubros anteriores
Bibliografía	No la presenta	Son del siglo pasado y están mal escritas	Libros actuales, revistas y están bien escritas

La segunda evaluación consistió en emplear la rúbrica general para el análisis de los resultados y las conclusiones de sus informes, haciendo énfasis en los argumentos y/o modelos presentes en ellos.

2.1.5 Exámenes, entrevistas y consideraciones finales

Para la evaluación de los exámenes se empleó la rúbrica general, ya que ambas pruebas consistían de tres preguntas en donde los estudiantes tenían que argumentar, modelar o realizar ambas habilidades a la par.

Como parte final del presente trabajo se entrevistó a cuatro alumnos que participaron en las actividades. Las respuestas a los cuestionamientos sirven como premisas para justificar algunos puntos obtenidos en resultados. Los

formatos de carta de consentimiento y las entrevistas completas se muestran en los Anexos 2 y 3 respectivamente.

En la presente investigación nunca se contempló que el maestrante (profesor en formación) impartiera conceptos teóricos, ese ejercicio lo llevó a cabo el tutor del plantel (profesor experto). Por lo que el modelo de investigación en el aula, no sólo depende del profesor en formación, sino del trabajo conjunto del profesor experto y el profesor en formación. Desde esta perspectiva, resulta que el modelo de investigación empleado es novedoso en la MADEMS Química, ya que el profesor en formación no sólo se preocupa por generar una estrategia para la enseñanza de un tópico general de la disciplina sino que la estrategia puede aplicarse a todo el curso (en este caso, el trabajo del docente titular en la parte conceptual y el docente en formación en la parte de desarrollo de habilidades de pensamiento científico).

Es importante mencionar que el trabajo del maestrante y del profesor titular no fueron independientes, fue un trabajo colaborativo.

Los resultados se presentan en gráficos y se discuten en el siguiente capítulo. Posteriormente, se hace una reflexión para proponer las modificaciones a realizar para el inicio del siguiente bucle o ciclo, según el modelo de McKernan.

2.1.6 Aplicación de las actividades

Las actividades se aplicaron en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur, en el grupo 149A, semestre 2016-1, con la supervisión de la profesora de práctica docente asignada.

Fueron en promedio 23 alumnos, los cuales tenían como edad promedio 15 años.

El trabajo consistió en aplicar las actividades y obtener los resultados, además de realizar un ejercicio constante de las habilidades de modelaje y argumentación que abarcó todo el semestre 2016-1 y parte del semestre 2016-2.

Capítulo 3

Resultados y Análisis de resultados

3. Resultados y análisis de resultados

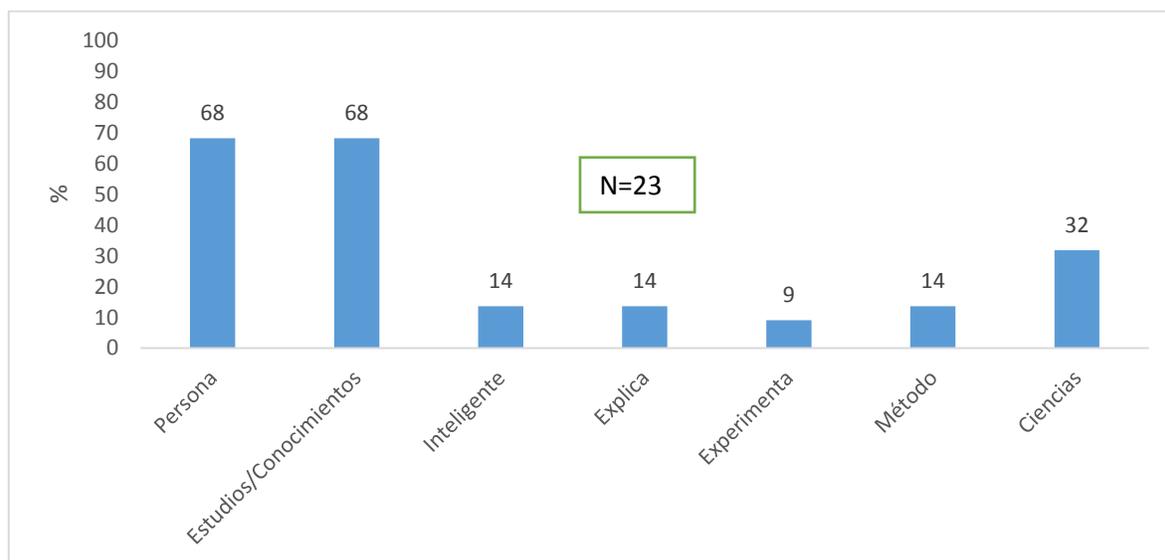
En el presente capítulo se muestran los resultados y se hace un análisis de ellos. Ambas partes se presentan en orden cronológico según se fueron aplicando, de tal forma que puede verse la evolución de los argumentos y el uso de modelos planteados por los estudiantes.

3.1 Cuestionario sobre creencias sobre la ciencia

Para evaluar las preguntas, se realizó una matriz con las respuestas de todos los alumnos y se presentan las palabras que tuvieron una mayor frecuencia de aparición (categoría), así mismo se muestran aquellas respuestas que presentan las ideas más comunes que los alumnos escribieron.

3.1.1 ¿Cómo defines a un científico?

Al categorizar las respuestas de los alumnos se presentan las palabras que mayormente aparecen en sus respuestas:



Gráfica 1. ¿Cómo defines a científico?

Se observa que más del 50% de los alumnos consideran a los científicos como personas; más del 50% asocian a un científico como alguien con muchos estudios o conocimientos, mientras que el 14% están asociando las palabras de inteligencia, explicar y uso de un método como parte característica de un científico, y solamente un 32% lo asocia a que deben saber ciencias.

Según Fernández y colaboradores en su artículo del 2002 titulado *“Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza”* los alumnos en su mayoría tienden a creer que los científicos son ajenos a la sociedad y por ende no son personas; en este caso existe un porcentaje de más de un 50% que muestra que los alumnos no presentan esta idea. Siguiendo esta misma línea, los resultados obtenidos son indicativos de que la muestra presenta ideas asociadas con la Naturaleza de la Ciencia, por lo que se puede inferir que los alumnos han tenido una buena instrucción con respecto a la imagen del científico, lo cual no es algo esperado, no obstante es importante recalcar que es la primera pregunta.

Dentro de las respuestas que dieron los alumnos se tienen las siguientes:

Alumno 1: *“porque tienen un coeficiente muy elevado”*

Alumno 2: *“Yo lo defino como toda persona la cual sea inteligente y que sepa definir lo que es la ciencia, porque es la que compone a un científico”*

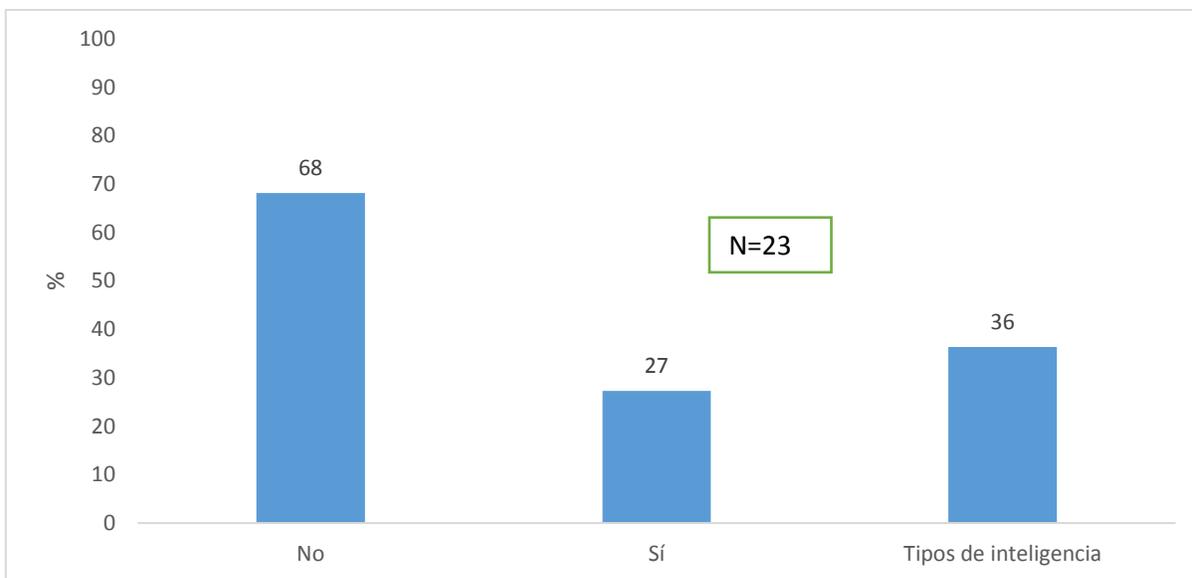
Alumno 3: *“Lo defino como aquel que sabe mucho de la química, porque se esfuerza en conocer los cambios que tiene la materia”*

Alumno 4: *“Por sus conocimientos”*

De acuerdo con la literatura (Gil, 1983; Fernández *et. al.* 2002; Garritz, 2006; y Acevedo, 2009) la concepción del científico como un personaje con un coeficiente elevado o sobredotado responde a una concepción que se nos ha presentado a lo largo de la historia, y que está asociada a los científicos como individuos muy inteligentes, pero aislados de la sociedad, tomándose como “sobrehumanos” y personajes que no son parte integral de la sociedad, sino eruditos. Esta idea siempre esta reforzada por los medios de comunicación, la televisión y la internet quienes confirman o muestran estas visiones de la ciencia.

3.1.2 ¿Crees que las personas que son buenas en ciencias son personas más inteligentes de lo normal?

En la gráfica 2 se presentan las respuestas afirmativas o negativas de los alumnos con respecto a la pregunta; así mismo, se muestra que un 36 % de los alumnos menciona alguna idea relacionada con el tipo de inteligencia en sus respuestas:



Gráfica 2. ¿Crees que las personas que son buenas en ciencias son personas más inteligentes de lo normal?

La mayoría de los alumnos respondió de manera negativa al cuestionamiento realizado; más de la mitad de ellos argumenta que los científicos no son más inteligentes que los demás porque todos tenemos diferentes tipos de inteligencias, y no podemos compararnos unos con otros en ese sentido. Sin embargo, un 27% argumenta que sí son más inteligentes de lo normal, y lo atribuyen claramente a que saben mucho, lo que concuerda con sus respuestas de que un científico se define como tal por sus conocimientos.

El término “tipo de inteligencia” causa impresión en las evidencias, ya que no era algo que se esperaba; sin embargo, pareciera ser que está muy bien definido por ellos en las respuestas, y aunque no hablan de los términos que se les dan, es decir no definen tipos de inteligencias, si hacen diferencia entre ciencias exactas y humanísticas, por ejemplo el caso del alumno 1:

“No, cada quien es inteligente en su área (ciencias o artes)”

Muestra claramente que para él, hay una inteligencia asociada a las ciencias y otra inteligencia asociada a las artes. Esta concepción de tipos de inteligencias puede resultar como una temática presente en los programas de estudio de nivel básico de la Secretaría de Educación Pública, en los cuales se hace hincapié en

competencias en diversas áreas, que probablemente se toman como inteligencias o habilidades por parte de los alumnos.

Otras respuestas se presentan a continuación:

Alumno 2 *“No, son personas en un aspecto más dedicadas y con una capacidad de análisis mayor”*

Alumno 3 *“Sí, debido a que tienen un talento que los pone en ventaja sobre el promedio”*

Alumno 4 *“Algunos, ya que comprenden hechos que otros no “*

Alumno 5 *“Sí, porque debes tener una capacidad de retención muy buena “*

Alumno 6 *“Sí, porque las ciencias son difíciles para la mayoría de la gente “*

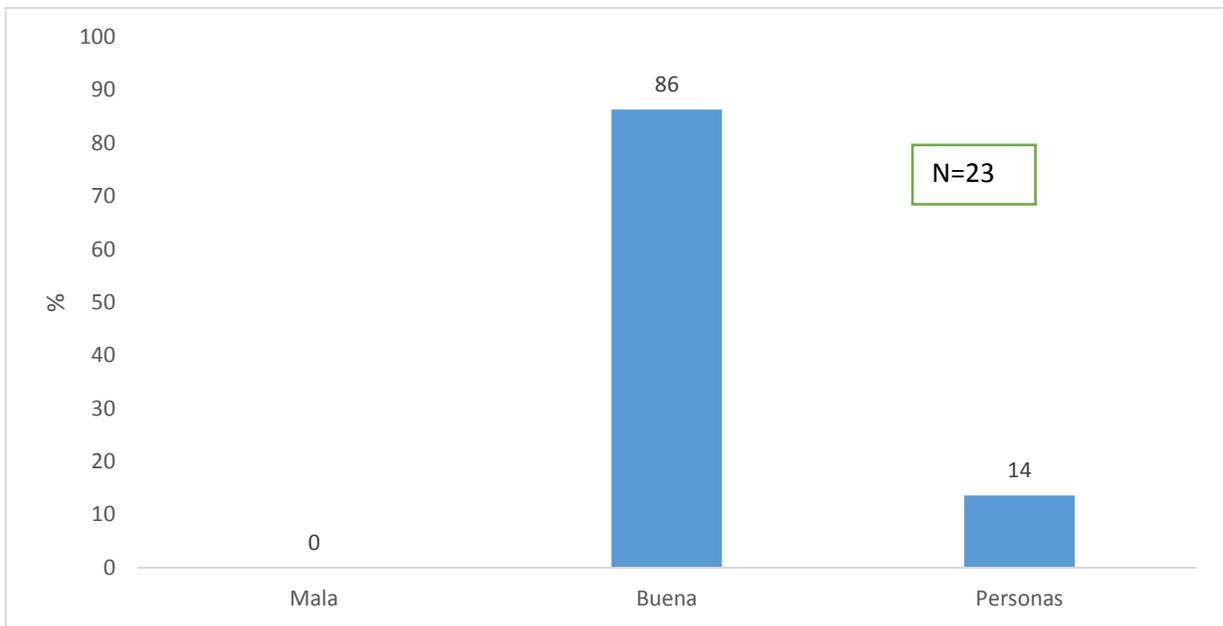
El alumno 2 menciona su negativa a creer que los científicos son más inteligentes que los demás, para él la ciencia implica un mayor esfuerzo y por lo tanto hay que dedicarse más.

El alumno 3 menciona que los científicos tienen un “talento” que los ponen en ventaja; con lo cual un científico es alguien que nace con un talento y no alguien que estudie y se prepare como cualquier otro profesionista. El alumno 4 hace mención de que los científicos comprenden hechos o fenómenos que otras disciplinas desconocen; pero de igual forma, los sociólogos estudian fenómenos que para los científicos podrían ser desconocidos. De tal forma que es posible decir que los estudiantes no asocian a la ciencia como un complejo sistema de diversas disciplinas, que no sólo incluyen ciencias exactas.

El alumno 5 dice que los científicos son más inteligentes que los demás debido a que tienen una capacidad de retención muy buena, lo cual se refutaría preguntándole ¿si otros profesionistas de ciencias sociales o humanidades no retienen conceptos o conocimientos? Y podría ponerse como ejemplo un abogado.

3.1.3 ¿Crees que la ciencia es buena o mala? ¿Por qué?

Se presentan a continuación los resultados de las respuestas negativas y positivas al respecto:



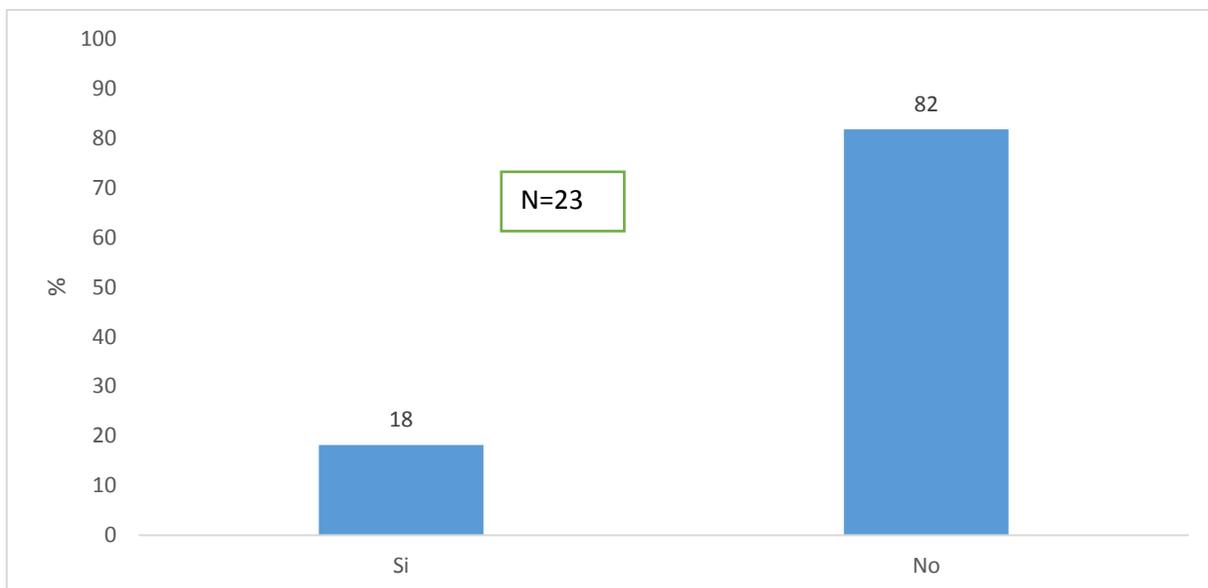
Gráfica 3. ¿Crees que la ciencia es buena o mala?

En la gráfica 3 se observa que un 86% de los alumnos responde que la ciencia es buena, apelando a que nos ha ayudado a estar mejor en estos tiempos y siempre está asociada a un avance. Nadie respondió que es mala, sin embargo, un 14% menciona que la ciencia no es buena ni mala, simplemente son las personas las que provocan ayuda o perjudican a otros con el uso de los conocimientos científicos.

Cabe recalcar que para los alumnos, los conflictos bélicos o los problemas asociados a un uso indiscriminado de diversos materiales y que han tenido como consecuencia diversos problemas a la sociedad no tienen relevancia. Muchos de los que asocian el mal o el bien de la ciencia hacen hincapié en que depende de las personas, por ejemplo: hacen alusión a la bomba atómica.

3.1.4 ¿La ciencia sólo se hace en un laboratorio?

Se presentan las respuestas afirmativas o negativas de los alumnos en la gráfica 4. En ella se muestra que un 82% de los alumnos consideran que la ciencia no se hace en un laboratorio. Sin embargo, muchos de ellos dicen que no se necesita experimentar para hacer ciencia o bien que la ciencia se hace en todos lados. El 18% que respondió afirmativamente no presenta ningún fundamento para su respuesta.



Gráfica 4. ¿La ciencia sólo se hace en un laboratorio?

La mayoría de las respuestas que dan los alumnos están asociadas a ideas contrarias de la Naturaleza de la Ciencia, ya que muchos de ellos no han logrado diferenciar entre lo que ya está hecho y entre quienes hacen ciencia en el mundo, desde su perspectiva cotidiana todo es ciencia, veamos unos ejemplos:

Alumno 1 *“No, se puede hacer en cualquier lado ya que es muy grande la ciencia “*

Alumno 2 *“Los antiguos científicos no necesitaban de un laboratorio como tal o instrumentos “*

Alumno 3 *“No, la ciencia está en todos lados, no hace falta un laboratorio para crearla“*

Alumno 4 *“No, puedes hacerla en cualquier parte, se descubrió la gravedad en un árbol“*

Alumno 5 *“No, se puede hacer en cualquier parte siempre y cuando tengan los instrumentos necesarios “*

Encontramos desde ideas asociadas a la historia de la ciencia (alumnos 2 y 4), hasta incongruencias como el alumno 5 que habla de la ciencia y sus instrumentos, aunque no los define como tal. El alumno 1 presenta a la ciencia como “muy grande” probablemente haciendo alusión a lo que se habla de ella en sus clases.

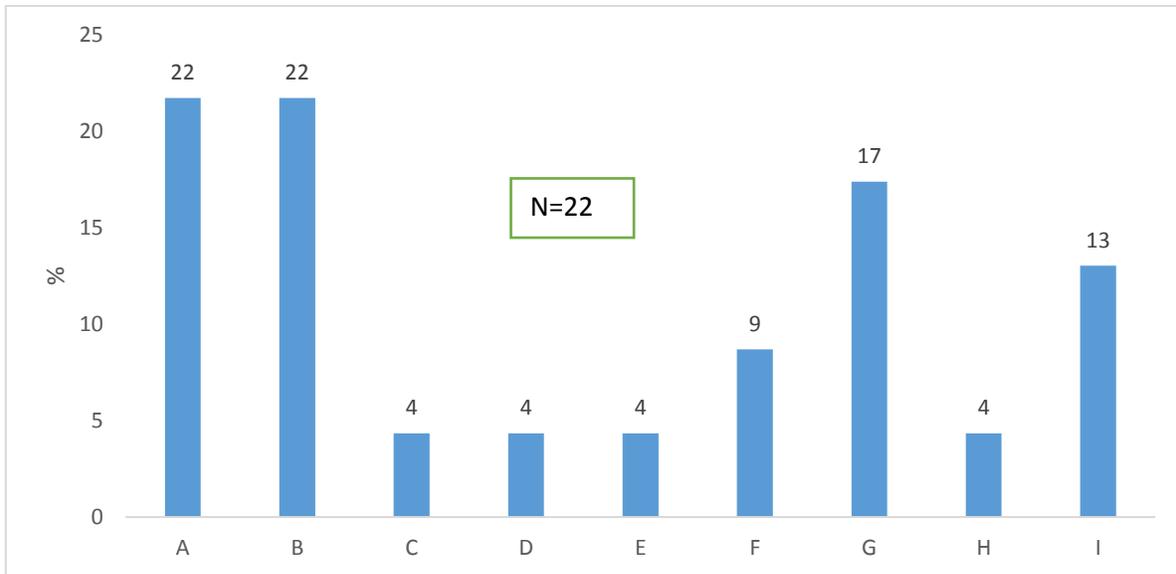
La respuesta del alumno 4 es interesante, ya que parece que trae esta idea de la historia de la ciencia y muy probablemente la escuchó en su instrucción previa o en su vida cotidiana.

3.2 ¿Cómo trabajan los científicos?

Las respuestas de los estudiantes están acorde con las frases que podían escoger; si bien todas éstas se presentaron sesgadas (ya que todas presentan ideas extremistas), lo que se buscaba era ver cómo empleaban la rejilla de argumentación (de la cual ya tenían una clase previa) y si estaban a favor o en contra de las frases; las cuales se presentan a continuación:

- A. No comas ese producto, porque tiene muchos químicos
- B. La ciencia es sólo para cerebritos
- C. Los científicos son personajes excéntricos y raros
- D. Yo prefiero lo natural, porque es más sano
- E. La química es pura contaminación
- F. Los químicos producen cáncer
- G. Los químicos se utilizan para producir bombas
- H. El avance de la química, trajo como consecuencia muchos productos que consumimos actualmente
- I. Sin la química no habría sociedad

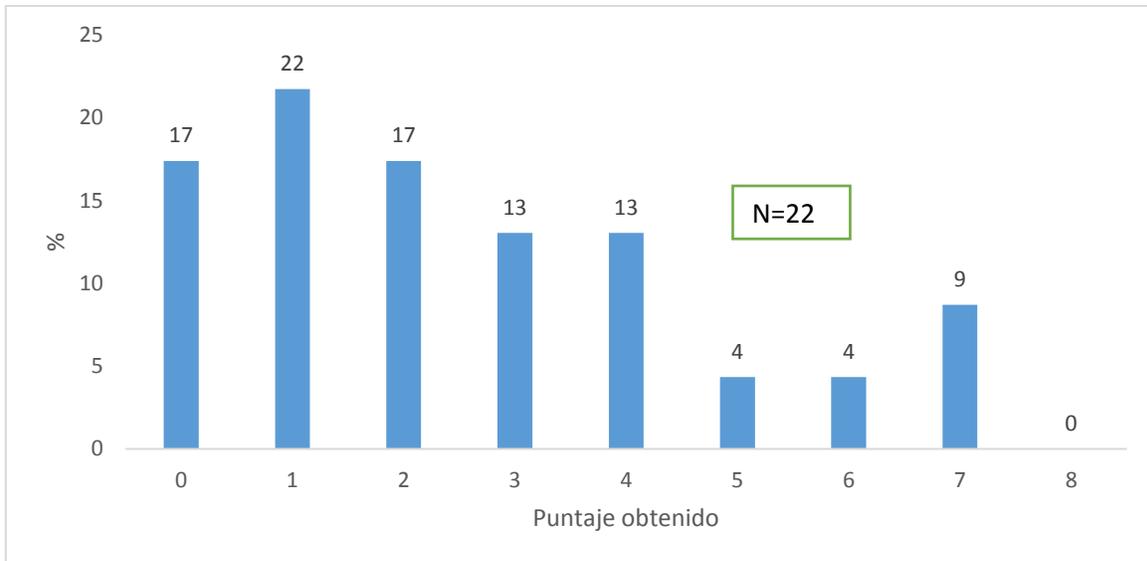
En la gráfica 5 se muestra la frecuencia (en porcentaje) con la que los estudiantes escogieron cada una de las respuestas. No se muestra si estuvieron a favor o en contra, eso se detalla más adelante.



Gráfica 5. Frecuencia de cada una de las frases escogidas por parte de los alumnos

Posteriormente en el análisis de las rejillas de argumentación con la rúbrica general, se obtiene que el 100% de los alumnos se ubica en el nivel 1-E, esto debido a que, al escoger una frase, ellos deberían argumentar con respecto a sus conocimientos aunque se esperaba que todos respondieron de acuerdo a sus creencias.

Utilizando la rúbrica para esta actividad se evaluó el uso de la rejilla de argumentación y sus ideas sobre la Naturaleza de la Ciencia, se obtuvieron los siguientes resultados. En la gráfica 6 se observa que en el nivel más bajo de la rejilla se encuentra un 69% de los alumnos, mientras que un 21% está en la parte intermedia de la rejilla, y sólo un 9% alcanza un puntaje de 7 asociado a un buen uso de la rejilla. A continuación se presentan tres ejemplos de las tres categorías en las cuales se clasifican los resultados de la rúbrica.



Gráfica 6. Resultados de la evaluación del uso de la rejilla de argumentación

a) Mal uso de la rúbrica y creencias de Naturaleza de la Ciencia (0-3):

En la figura 13 se observa que no se utiliza de manera adecuada la rejilla que no se tiene una estructura sobre la idea a analizar. El estudiante escribió ideas al azar, aunque considera que no todo es malo su conclusión es una extensión de la idea original. Su contraargumento no tiene congruencia con su escrito.

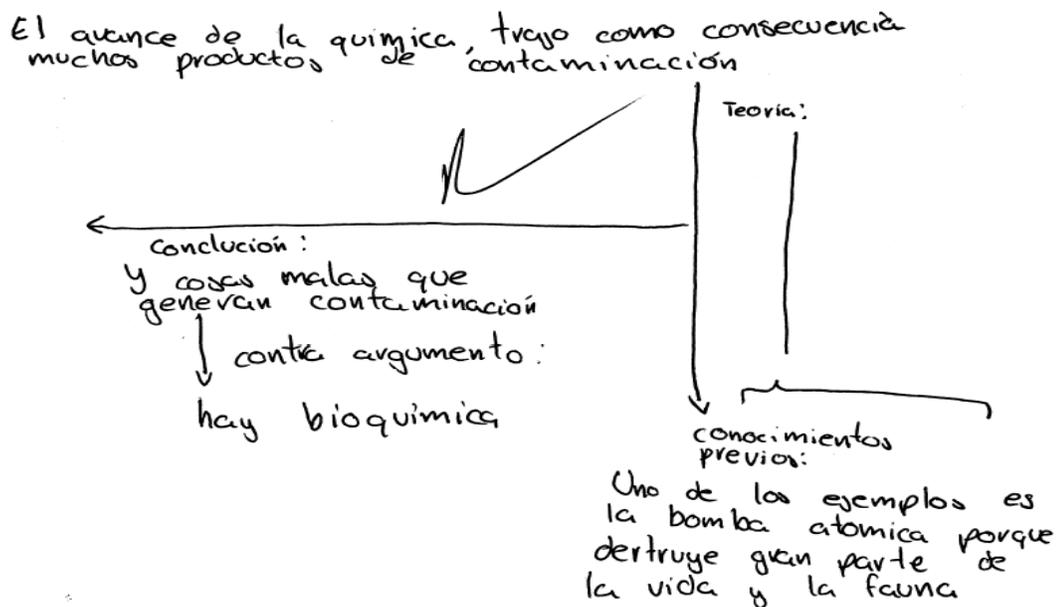


Figura 13. Ejemplo de un mal uso de la rejilla de argumentación

b) **Buen uso de la rúbrica y creencias de Naturaleza de la Ciencia (4-6):**

En la figura 14, se hace un buen uso de la rejilla, pero se concuerda con una idea errada de la Naturaleza de la Ciencia. Su premisa inicial está totalmente sustentada en su conclusión, pero su contraargumento no está bien definido.

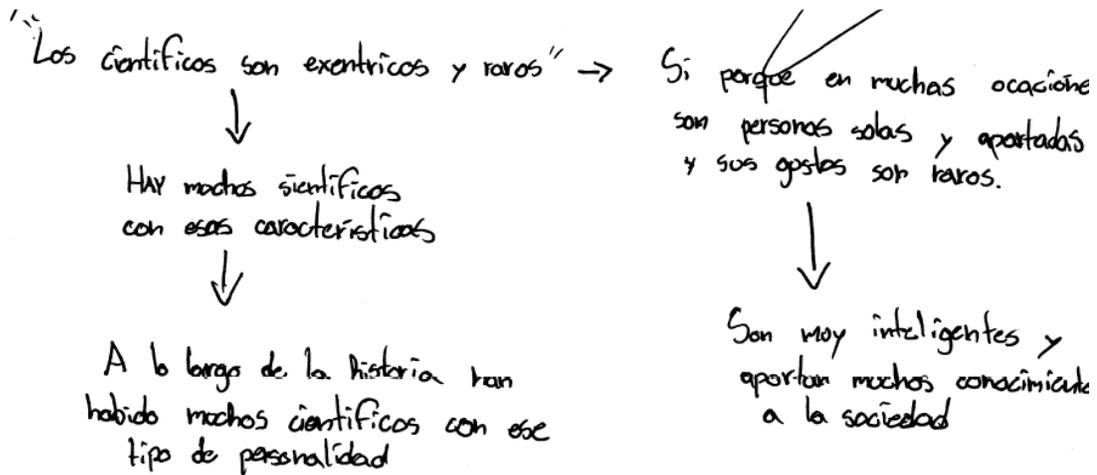


Figura 14. Buen uso de la rejilla de argumentación, pero ideas deformadas de NdC

c) **Buen uso de la rúbrica e ideas acordes con la naturaleza de la ciencia (7-8):**

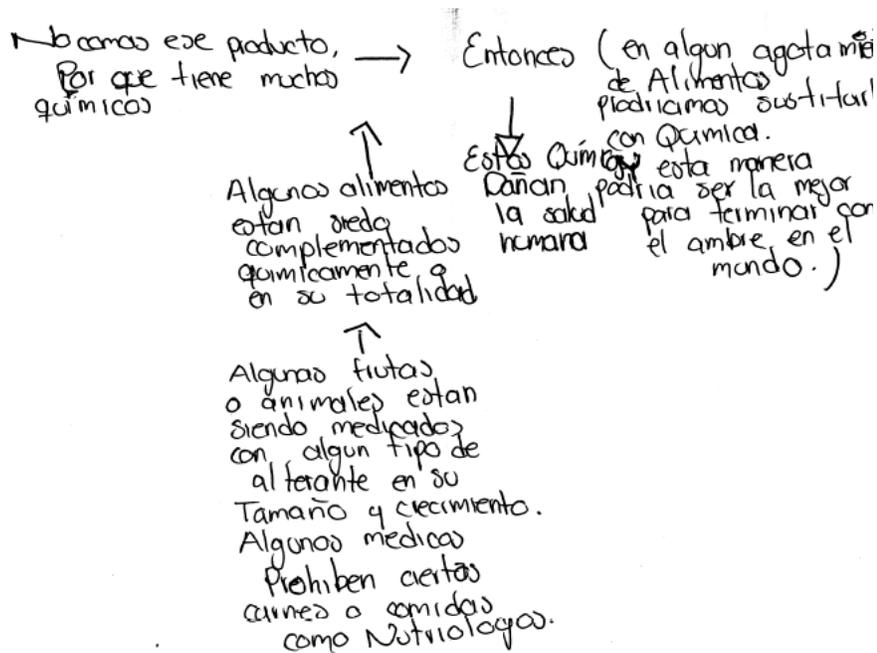


Figura 15. Buen uso de la rúbrica de argumentación

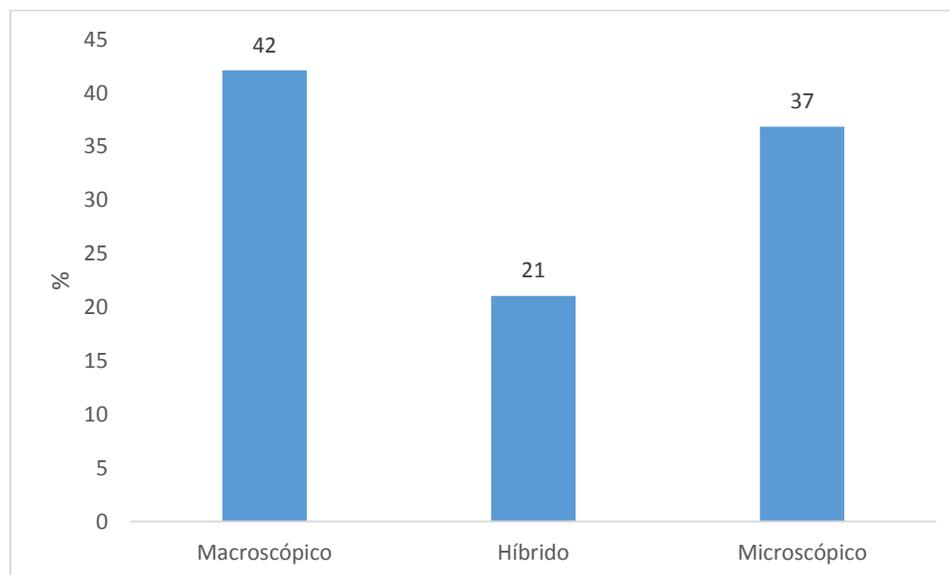
En la figura 15 se observa que el estudiante hace un buen uso de la rejilla, y además concluye que los avances de la ciencia pueden ser útiles para contrarrestar problemas de otra índole. Lo que no concuerda con que sólo los alimentos sean considerados malos para tacharlos así.

Cabe resaltar que este ejercicio fue el primero en el cual se evaluó de manera más estricta la rejilla de argumentación. Se observa, en términos generales, una confusión entre las partes de la rejilla; así mismo, el buen uso de la misma depende en este caso de sus conocimientos previos y sus experiencias cotidianas. Debido a que tomaron posturas (que es algo a lo que no están acostumbrados) se les dificultó la construcción de su argumento; las partes del mismo parece ser que les exigen un ejercicio mental mayor, ya que deben considerar muchas variables y dentro del mismo deben tener control de la secuencia de sus afirmaciones o negativas.

3.3 El agua en nuestro entorno

Para esta actividad, se hicieron tres evaluaciones: la primera sólo consideró a los modelos de los alumnos, la segunda sólo consideró los argumentos de los alumnos y la tercera se realizó conjuntando el modelo y los argumentos.

Con respecto a los modelos se presenta el siguiente gráfico:



Gráfica 7. Resultados de los modelos de los alumnos

Se observa que un 42% de los alumnos presenta un modelo macroscópico, mientras que un 37% presenta modelos microscópicos, y un 21% un modelo híbrido. Resulta importante recalcar que hay un bajo porcentaje de modelos híbridos, ya que según la literatura son los que en su mayoría presentan frecuentemente los alumnos (Vosnadiu, 1994).

Se muestra un ejemplo de cada una de las categorías propuestas para la clasificación.

a) Modelo macroscópico

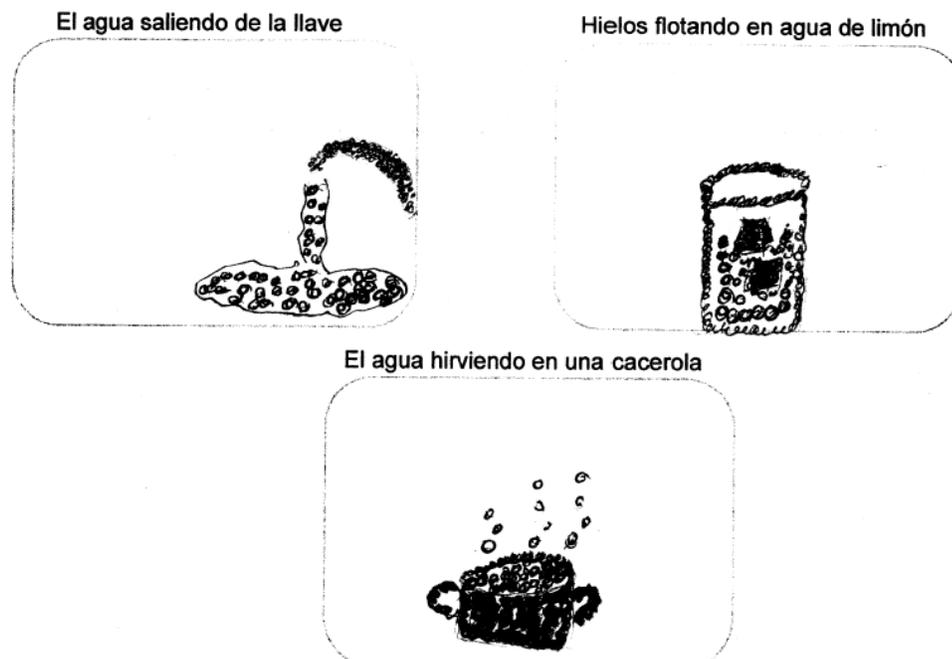


Figura 16. Modelos macroscópicos

Se observa que los alumnos tienen a dibujar de manera macroscópica sus modelos, es decir sólo el fenómeno.

b) Modelo híbrido

En el caso de los modelos híbridos (Figura 17) se observa una base macroscópica y un esfuerzo por representar las partículas y sus características. Aunque el dibujo tiene una gran connotación del fenómeno a nivel macroscópico, se observan características no congruentes con el fenómeno como la evaporación del agua a nivel de partículas, el agua sólida y líquida. (ver página 56).



Figura 17. Modelos híbridos

c) Modelo submicroscópico

En la Figura 18 se presentan ejemplos de modelos submicroscópicos realizados por los estudiantes. En estos se observan partículas y aunque se visualizan dificultades para retirar por completo los contornos de los sólidos (hielos y cacerola) ya no son significativos para el modelo. (Ver página 56)

De acuerdo al modelo presentado, y la rúbrica general, varios de ellos ya están posicionados con un puntaje de 2, 3 o 4. Sin embargo, cuando se analizan sus respuestas a los diversos cuestionamientos se encuentran los siguientes casos:

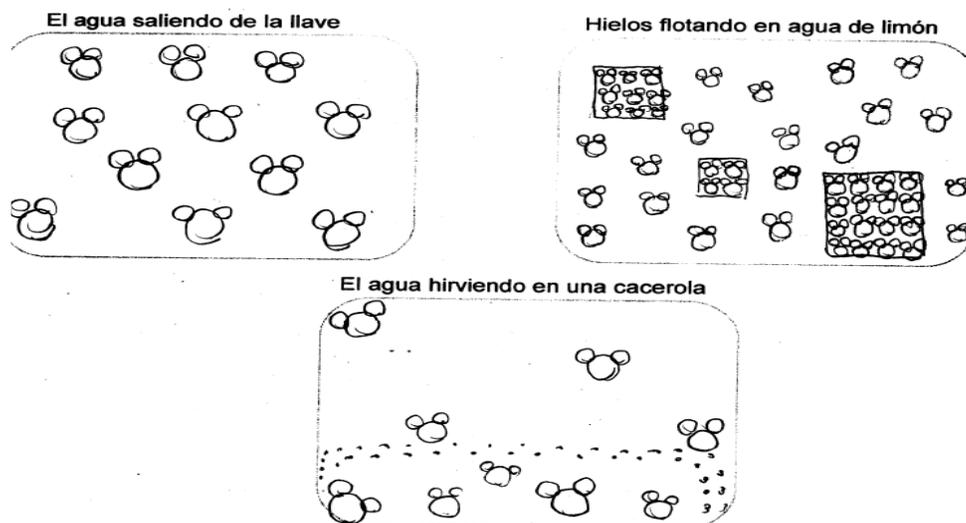
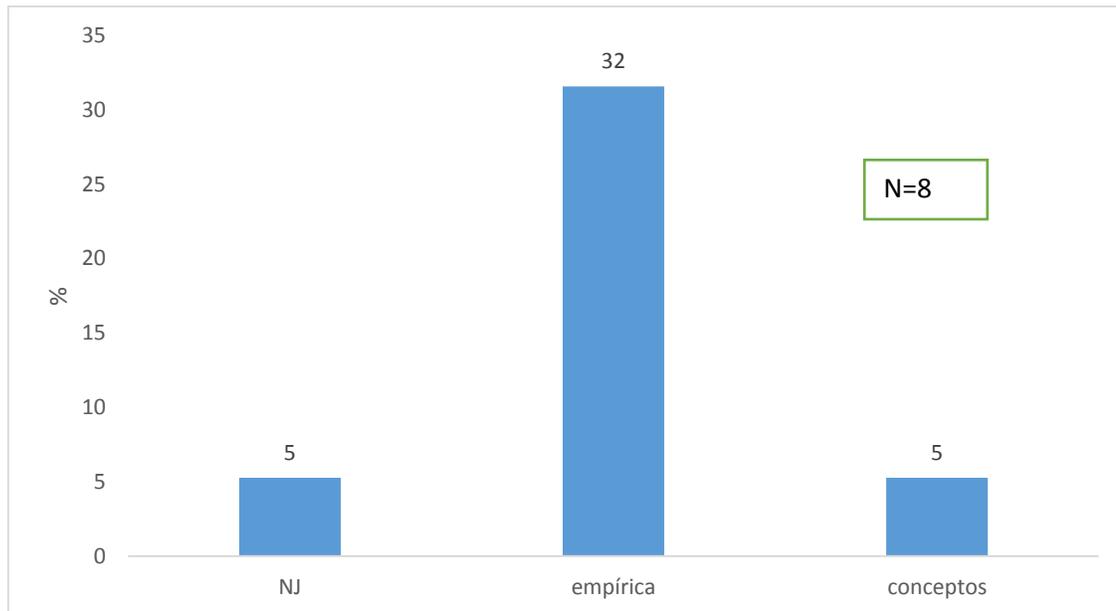


Figura 18. Modelos submicroscópicos

a) Modelo macroscópico



Gráfica 8. Argumentación de alumnos que se presentaron modelo macroscópico

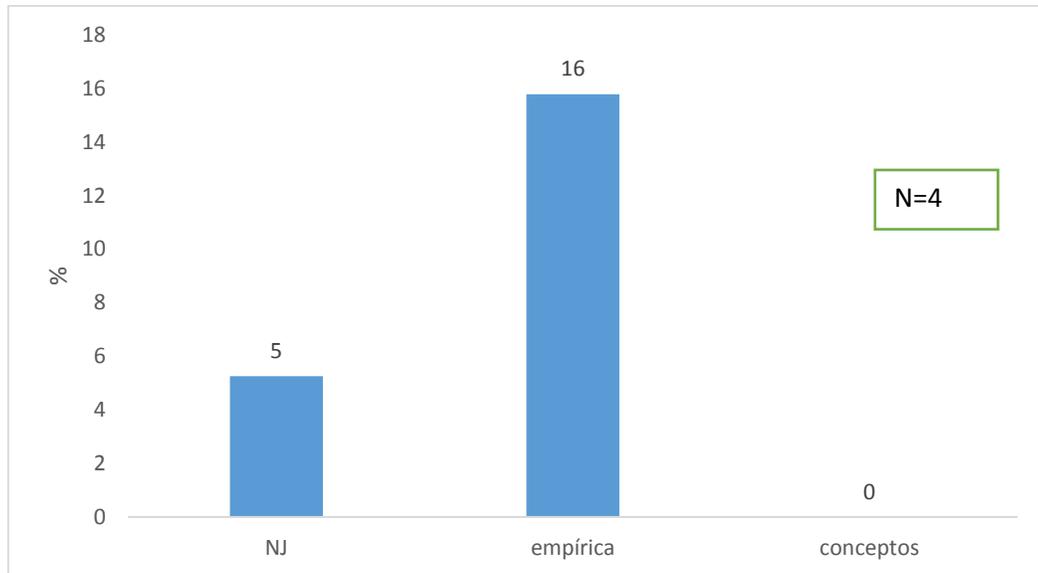
Del 42 % de alumnos que realizó un modelo macroscópico sólo un 5% logró fundamentar su respuesta con los conceptos teóricos (lo que lo posiciona dentro de la categoría 2-TR con 7 puntos; mientras que un 32% de los alumnos presenta un modelo teórico y una justificación fenomenológica, de tal manera que están en la categoría 2-TR con 6 puntos respectivamente, y sólo un 5% de ellos no pudo justificar sus respuestas (NJ), lo que los posicionan en el nivel 1-RM con 2 puntos. A continuación se muestran algunos argumentos dados por los alumnos de modelos macroscópicos, las cuales son respuestas a la pregunta: ¿Por qué crees que el agua puede encontrarse en tres formas diferentes?

a) Por que crees que el agua pueden encontrarse en tres formas diferentes?
R: Por su composición química ya que sus propiedades ~~la hace~~ la hace ~~se~~ tener esa habilidad y el movimiento de sus partículas.
lo por las temperatura.
1: Porque es un elemento que varia dependiendo de la temperatura en 1 que este.

Figura 19. Argumentos de los alumnos sobre estados de agregación

Se observa que los alumnos responden en función de sus concepciones alternativas o conocimientos empíricos.

b) Modelo híbrido.



Gráfica 9. Argumentación de alumnos que se presentaron modelo híbrido

Cómo se puede apreciar el 21% de alumnos que mostró un modelo híbrido, un 5% no presenta justificación alguna (NJ), el 16% restante explica en función de sus conocimientos empíricos y ninguno de ellos logra responder con conceptos teóricos adecuados. Lo cual posiciona a los alumnos en los niveles 1-RH con 3 puntos y el resto en el nivel 2-TR con 6 puntos.

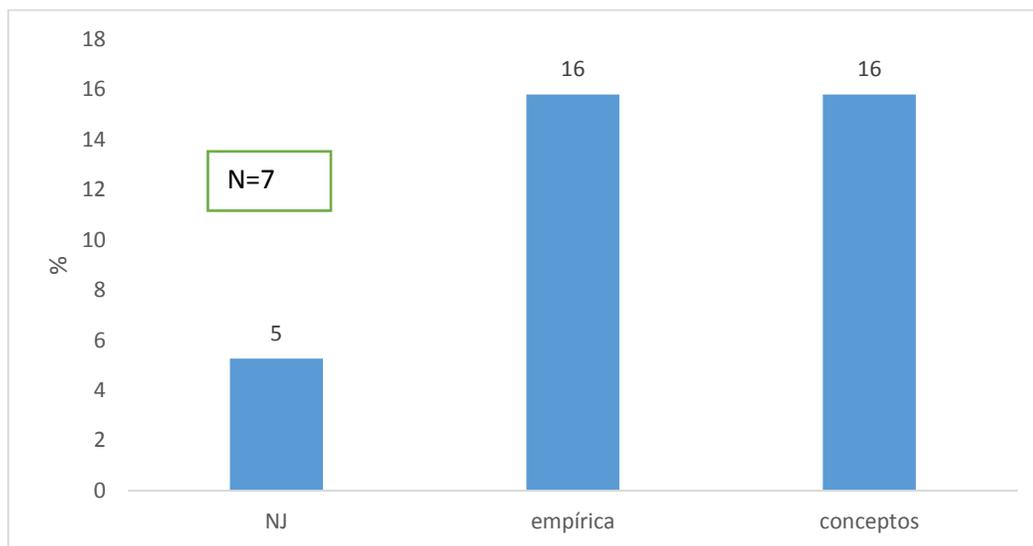
A continuación se ilustran algunos ejemplos de argumentos presentados por los alumnos, al responder la pregunta ¿Por qué crees que el agua puede encontrarse en tres formas diferentes?

1º por su composición
por las diferentes temperaturas y sus propiedades

1. Porque es un elemento que varía dependiendo de la temperatura en la que este.

Figura 20. Argumentos de los alumnos sobre estados de agregación

c) Modelos microscópicos



Gráfica 10. Argumentación de alumnos que se presentaron modelo microscópico

Del 37% de alumnos que representó a nivel submicroscópico, un 16% de ellos logra explicar empleando para ello los conceptos adquiridos en clase (2-tr), un 16% justifica sus respuestas empleando conocimiento cotidiano (2-TR) (“porque ve el agua convertirse en humo al calentarla y tiene cubitos de hielo en el refrigerador”) y sólo un 5% no logra justificar su modelo (NJ, 1-RS), lo que hace que sean catalogados en las categorías 2-TR con 8 puntos, 2-TR con 7 puntos y en la categoría 1-RS con 4 puntos respectivamente.

Se muestran unos ejemplos de respuestas presentadas por los alumnos, a la pregunta: ¿Por qué crees que el agua puede encontrarse en tres formas diferentes?

que tiene disponibilidad al cambio
o a diferentes factores como la temperatura
presión
es un elemento que varía dependiendo de
temperatura en la que este.

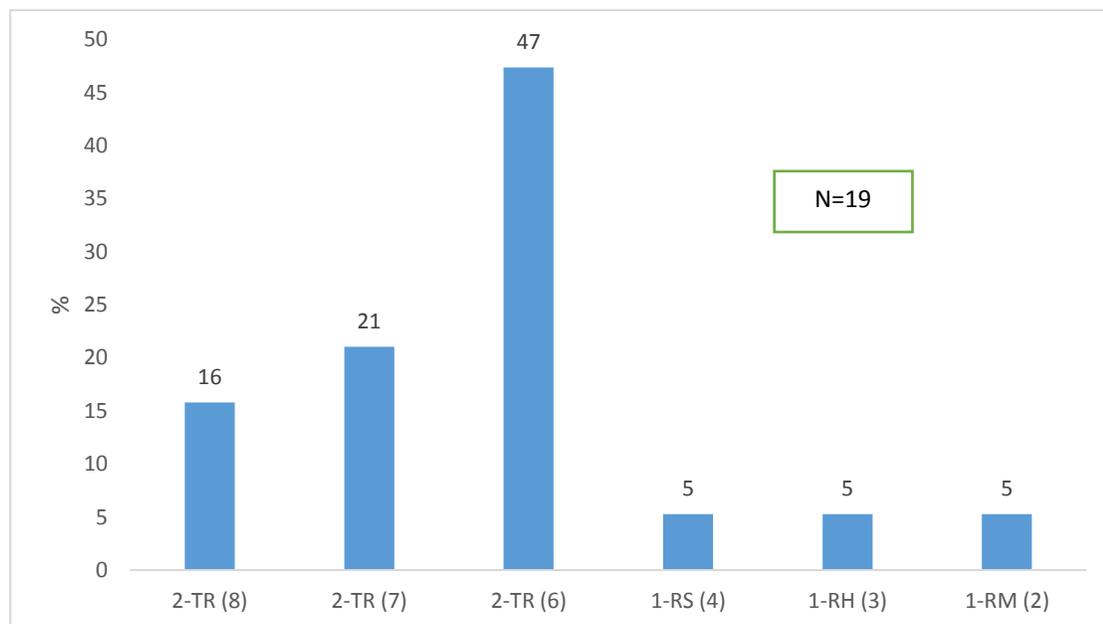
el aumento y la disminución de la temperatura en cada situación. Por que las
íctas tienen movimiento.

Figura 21. Argumentos de los alumnos sobre estados de agregación

Cabe resaltar que los alumnos tuvieron problemas al relacionar sus modelos con las respuestas que dieron a los diversos cuestionamientos realizados sobre el t3pico estudiado.

Si no se les da la instrucci3n expl3cita de que tienen que usar la rejilla de argumentaci3n no la utilizan para tal fin.

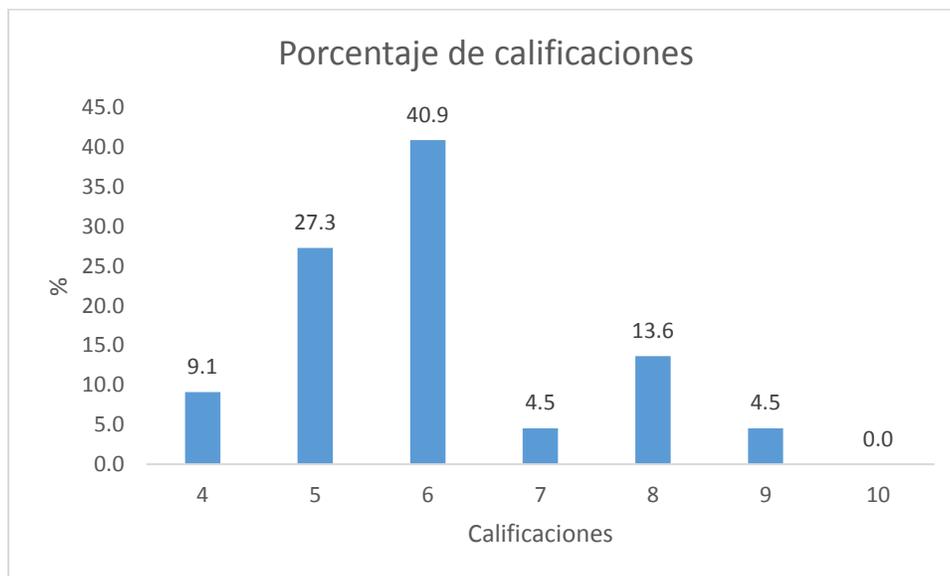
En t3rminos generales de la evaluaci3n se obtuvo que s3lo el 15% de los alumnos tiene un desempe3o por debajo de la media del grupo. Los resultados muestran que los alumnos son capaces de presentar un modelo y explicar los fen3menos modelados en funci3n de conceptos te3ricos y emp3ricos; aunque los resultados son indicativos de un buen desempe3o, s3lo un 16% de los alumnos logr3 el m3ximo puntaje a obtenerse en esta actividad(8%). La mayor3a de los alumnos se queda en un buen modelo h3brido o submicrosc3pico, pero no logran argumentar de manera adecuada.



Gr3fica 11. Resultados generales de la actividad "El agua en nuestro entorno"

3.4 ¿El agua es el disolvente universal? y ¿Cómo separo el agua presente en una mezcla?

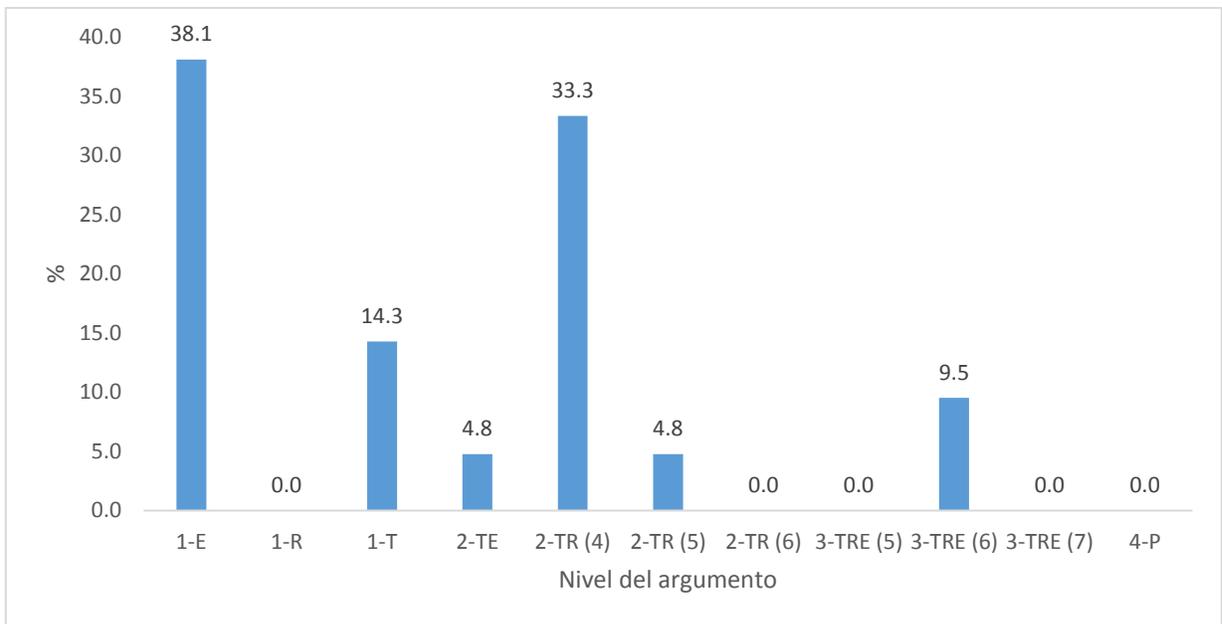
Estas actividades fueron experimentales, y en ellas los estudiantes prepararon mezclas con agua y diversos materiales y posteriormente las separaron. Ambas actividades se evaluaron al mismo tiempo ya que presentaron un informe para las dos. En primer lugar se presentan los resultados de la evaluación del informe con la rúbrica correspondiente (ver página 60).



Gráfica 12. Calificaciones obtenidas en los informes de las actividades experimentales

En la gráfica 12 se observa que un 36.4% de los alumnos no obtuvieron una calificación aprobatoria lo cual es un poco alarmante ya que no era el primer informe de este tipo que presentaban.

Sin embargo, al evaluar los modelos y los argumentos que presentan en su informe experimental se obtuvieron los resultados que se muestran en la gráfica 13. En donde se observa que aproximadamente un 50% de los alumnos no logró alcanzar un puntaje elevado en sus modelos y argumentos, inclusive no lograron pasar más allá de la descripción fenomenológica (y sólo por escrito) de su experimento.



Gráfica 13. Nivel de argumentación y modelaje de los alumnos presentes en su informe

El 50% de los alumnos restantes alcanzó un nivel de representación y argumento aceptable. Logran posicionarse en un nivel donde existe una representación híbrida o submicroscópica; además sus argumentos incluyen conceptos teóricos vistos en clase o estudiados por los alumnos.

Cabe destacar que el 9.5% de los alumnos logró un nivel elevado comparado con sus compañeros, ya que lograron representar a nivel submicroscópico y sus argumentos están asociados a los conceptos teóricos vistos en clase; es decir, relacionan los conceptos científicamente aceptados y el fenómeno de estudio).

Algunas de las partes del informe se muestran en las figuras siguientes:

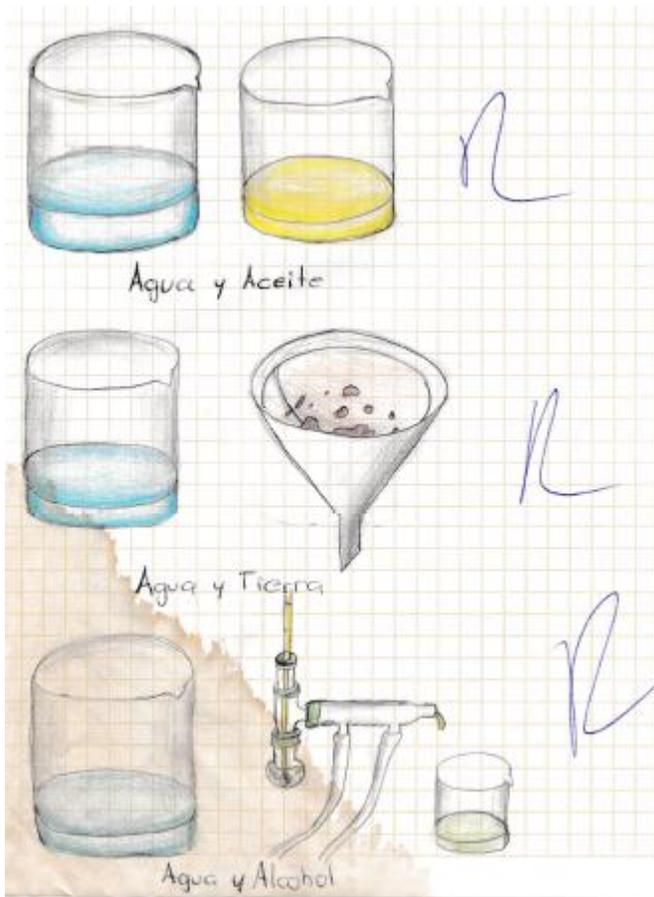


Figura 22. Informe experimental 1

Retomando la propuesta de nuestro compañero menciona que una mezcla homogénea (no se distinguen los componentes) mientras que la heterogénea (si se distinguen los componentes).

Apoyamos su propuesta en nuestro trabajo de las 6 mezclas ya que observamos que en la botella 1 ~~se~~ (pasando una semana) se notó una mezcla heterogénea ya que se notó nuestro principal elemento que es agua y un sólido que es el Nitrato de Plata.

En conclusión es que a vista macro si son validas su propuesta, pero a micro todos sus componentes se pueden observar

The image shows two hand-drawn diagrams labeled 'MICO' (microscopic view). The left diagram shows a uniform distribution of small particles, representing a homogeneous mixture. The right diagram shows a non-uniform distribution of particles, representing a heterogeneous mixture.

Figura 23. Informe experimental 2

En la figura 22 se observa cómo los alumnos presentan en su informe sólo observaciones macroscópicas o fenomenológicas. Además, no describen ni explican qué sucede o por qué están presentando esos modelos.

Se observa en la imagen un informe experimental, en donde se muestra un modelo submicroscópico, en el cual se puede diferenciar entre mezcla homogénea y heterogénea a nivel microscópico. Así mismo a partir de allí explican su fenómeno, implicando conceptos teóricos.

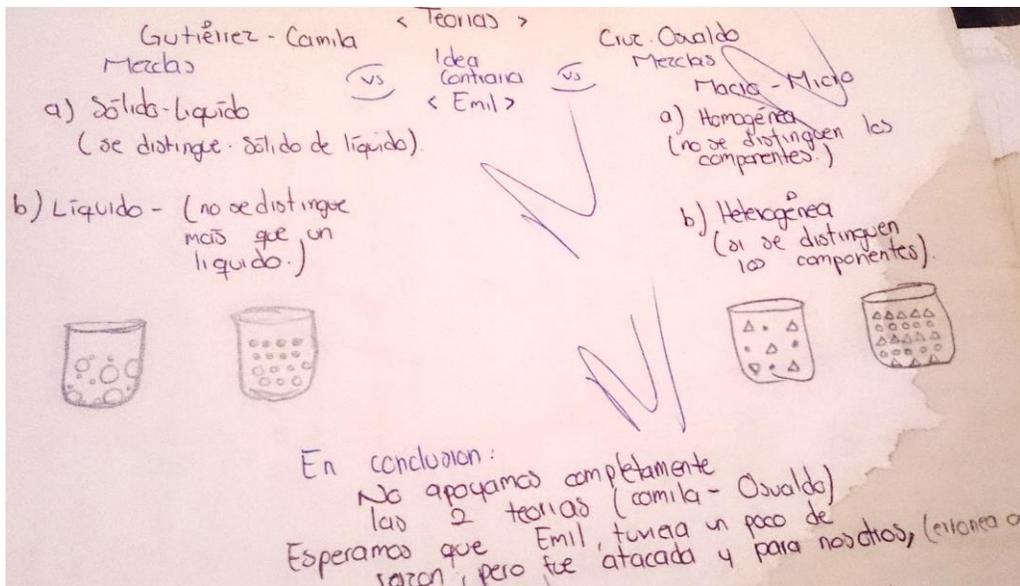
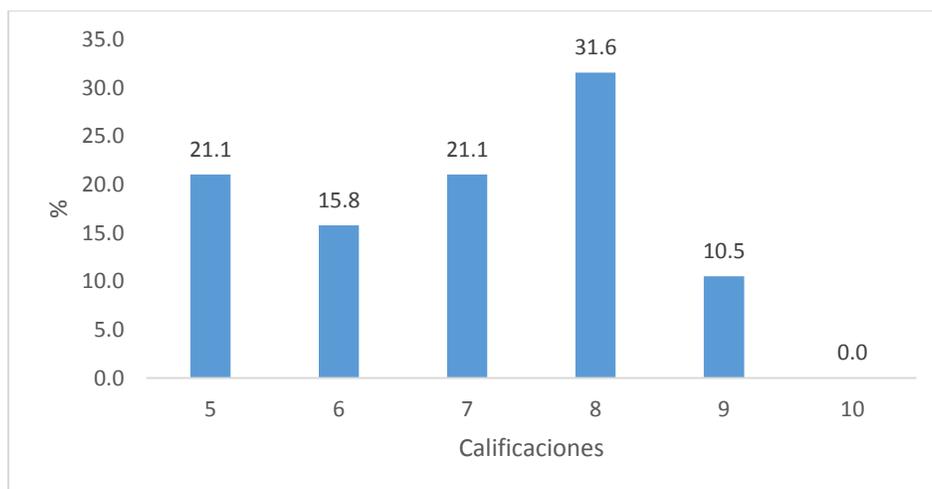


Figura 24. Informe experimental 3

En la figura 24, se observa cómo los alumnos presentan las propuestas de modelos a nivel submicroscópico, se muestran también las posturas que toman para poder hacer sus descripciones y/o explicaciones. Ambos modelos fueron propuestos por los alumnos durante la sesión de discusión.

3.5 ¿Calidad del agua?

De acuerdo a la rúbrica de evaluación de informes experimentales, para esta actividad las calificaciones obtenidas por los alumnos se muestran en la figura 14.

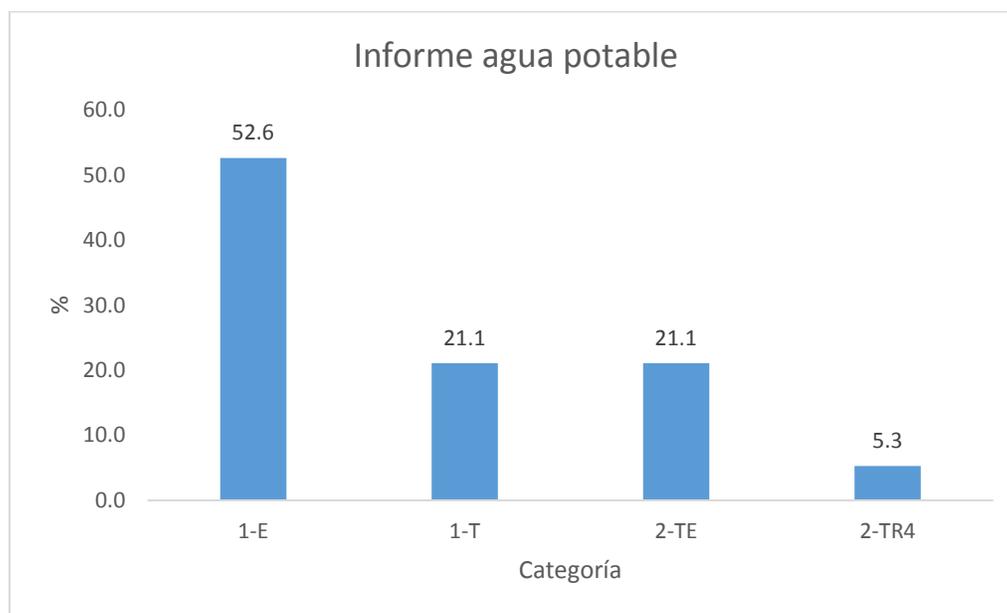


Gráfica 14. Calificaciones obtenidas en los informes experimentales ¿Calidad del agua?

A diferencia del informe anterior, los resultados obtenidos mejoraron en cuanto a las calificaciones, aunque sigue habiendo calificaciones reprobatorias ya no es un porcentaje tan alto como en el caso anterior, lo que habla de una mejora en el trabajo de los estudiantes.

Sin embargo, cuando se evaluaron los modelos y argumentos presentados en los informes experimentales se obtuvieron resultados que muestran niveles inferiores en las habilidades por parte de los informes.

En la gráfica 15, se muestra que los argumentos hechos por alumnos se encuentran en los niveles más bajos de la rúbrica, lo mismo sucede con los modelos, cuando se comparan con los presentados en el informe anterior.



Gráfica 15. Nivel alcanzado de las habilidades de argumentación y modelado ¿Calidad del agua?

En la figura 25 se muestran algunos ejemplos de lo que entregaron los alumnos en función de las habilidades de argumentación y modelaje. En ella se observa que los alumnos sólo presentan descripciones fenomenológicas, sin discutir, ni analizar bajo ningún argumento o modelo.

e) Experimento

Recolectamos distintos tipos de agua para compararlas:

Mezclas 1: agua de botella (debe de estar purificada)

Mezclas 2: agua de lluvia (CCH sur)

Mezclas 3: agua de lluvia (D.F. sur)

Mezclas 4: agua con tierra

Experimento 1:

Usamos las tiras de pH para ver el mismo de los primeros tres y así compararlas y ver si es ácido, base o neutro

Experimento 2:

Consistía en poner una cantidad de agua en un recipiente y sin moverlo se le hecha un poco de arena fina (debes de arena fina usamos perotito), si la arena flota es que el agua es relativamente limpia.

Experimento 3:

El objetivo de este experimento era separar o romper las moléculas del agua (H_2O), lo hicimos con ayuda con el aparato de Hoffman que es un método de separación químico que logra separar las moléculas con energía eléctrica (positiva y negativa respectivamente).

f) Resultados

Experimento 1: El pH fue: M1-7, M2-6, M3-5

Y podemos concluir con esto que el agua si es neutra según las tiras de pH y las otras mezclas son ácidas por las sales que estas tienen.

Experimento 2: fallo.

En nuestro caso no funcionó porque en todas las mezclas (incluso en la 4) salió lo mismo.

g) Bibliografía

Ciclo del agua..... www.imarcano.com

Ciclo del agua (imagen)..... www.imarcano.com

"El ciclo del agua".....1. www.semarnat.gob.mx

.....2. Davis y Masten, Ingeniería y ciencias ambientales, 2005

Calidad del agua.....ICA

Calidad del agua (imagen).....ICA

Figura 25. Informe experimental 1

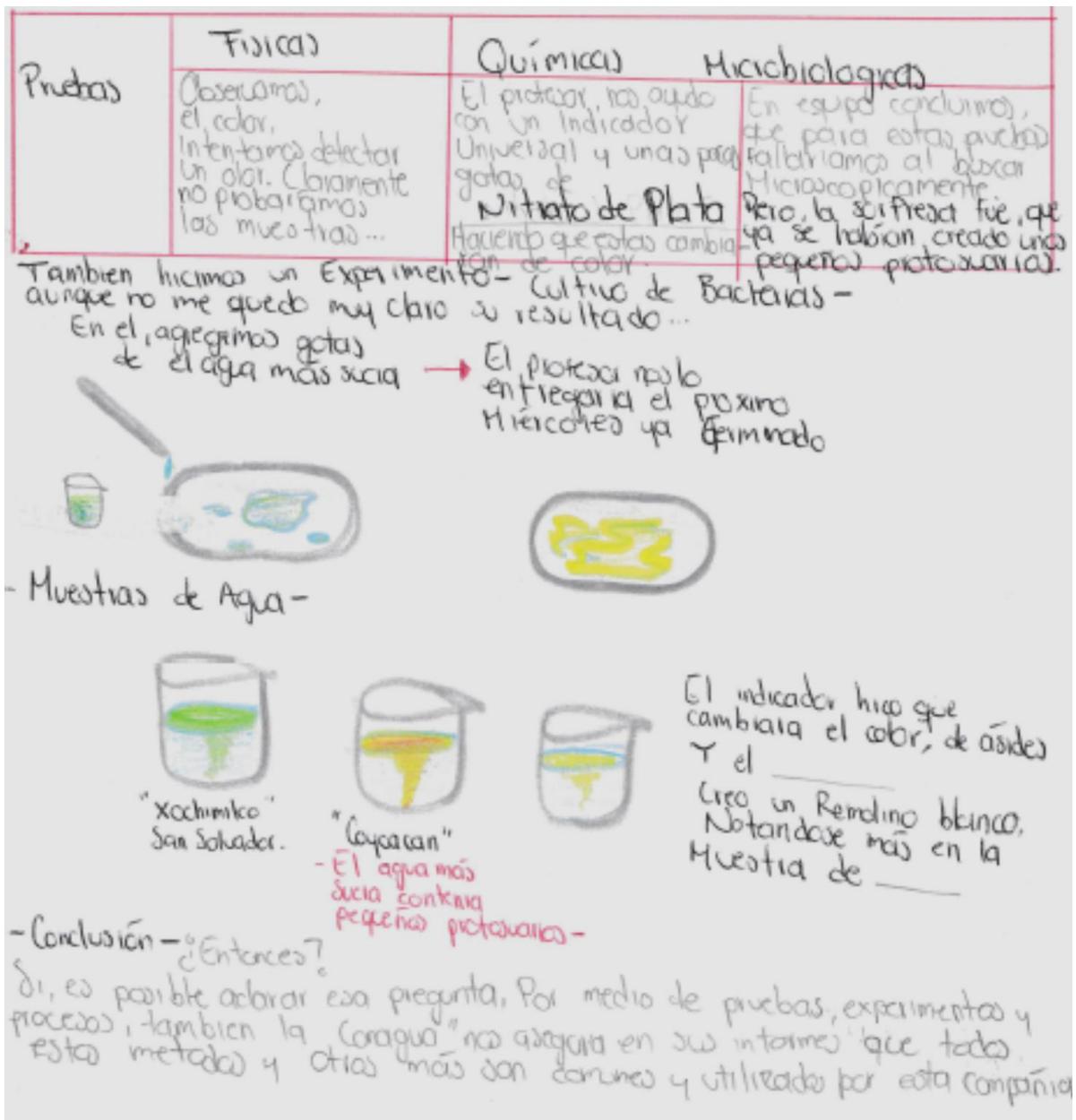


Figura 26. Informe experimental 2

Los modelos empleados por los alumnos son completamente fenomenológicos, no hacen alusión a las partículas y sus explicaciones son descriptivas.

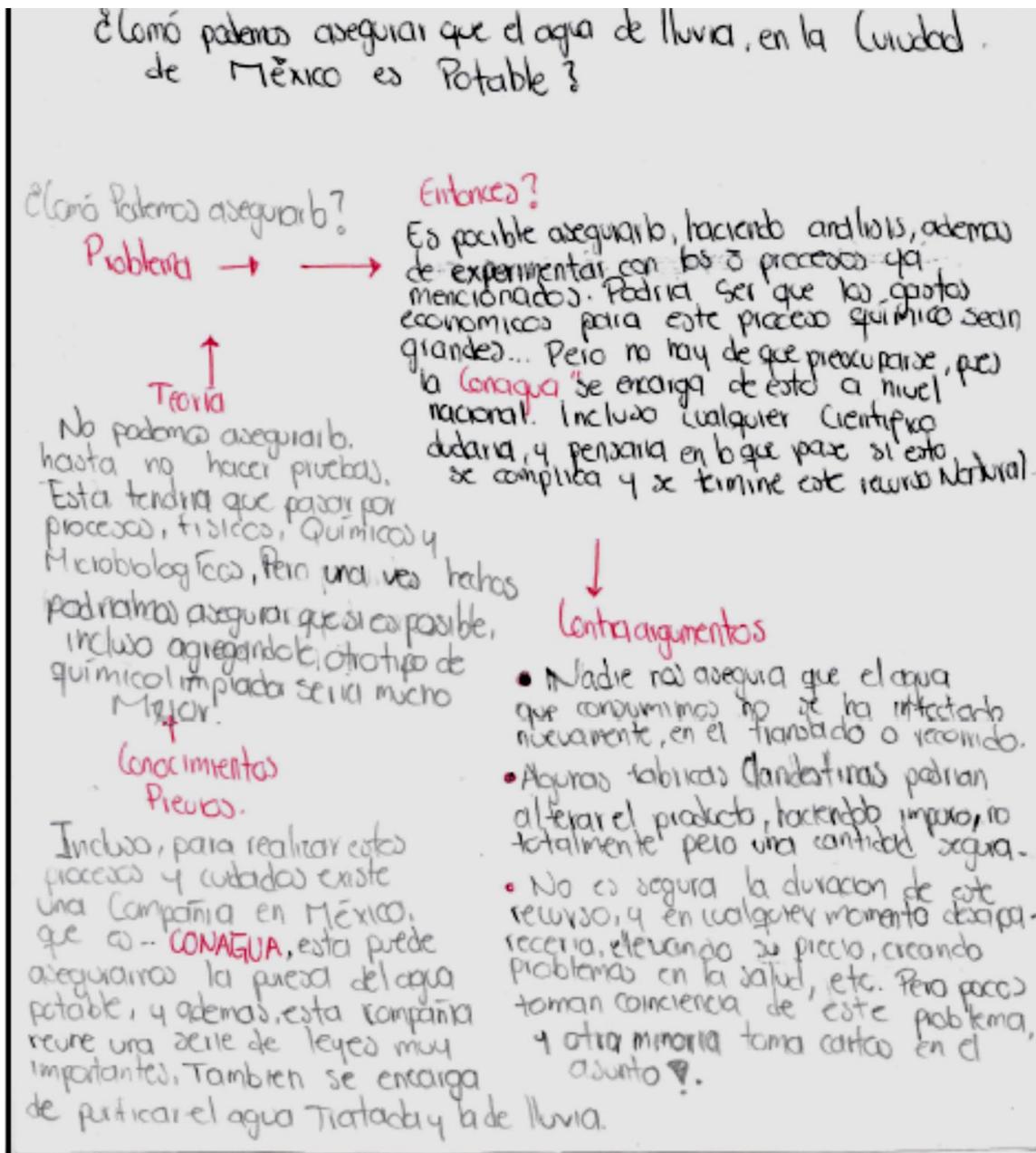
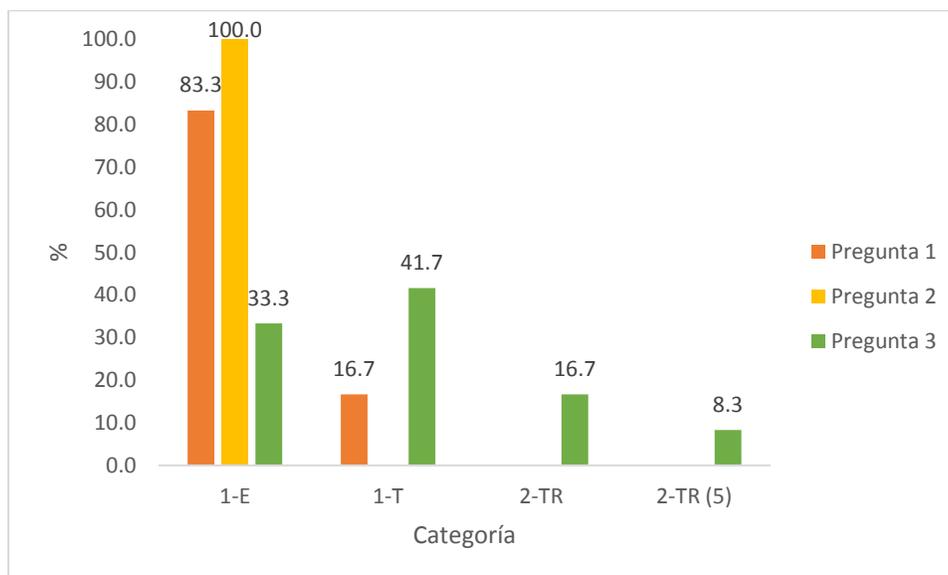


Figura 27. Informe experimental 3

El informe presentado en la figura 27 es una rejilla de argumentación. En ella se muestra que el uso es el adecuado, aunque no logran ligarlo con sus observaciones y modelos, ya que sólo se enfoca en responder la pregunta de investigación. Cabe recalcar que el argumento construido se posiciona en un nivel elevado según la rúbrica siendo el 2-TRE.

3.6 Exámenes

En la primera evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:



Gráfica 15. Nivel de argumentos o modelos en evaluación 1

Se muestra que el nivel máximo alcanzado por los alumnos en las preguntas de la evaluación 1 es el 2-TR empleando un modelo híbrido.

Cabe mencionar que las dos primeras preguntas están asociadas a cuestiones no científicas, sin embargo, deben tomar postura sobre lo que se les presenta. En ese sentido los alumnos toman postura, pero siempre emplean para ello cuestiones de creencias o conocimientos cotidianos.

Cuando se les cuestiona de manera directa sobre un tópico científico logran enlazar de mejor manera su argumento con sus conocimientos científicos dejando de lado sus creencias. Esto implica que los alumnos no logran comprender que en cualquier disciplina deben dar razones que sean congruentes con sus argumentos, varios de los alumnos apelan a su conocimiento científico pero sólo si son exigidos.

Por ejemplo en la figura 28 se muestra que el alumno toma postura en cuanto a un tema como la “sal milagrosa”, apela a las propiedades de los materiales, pero en su rejilla hay una incongruencia ya que los sustentos de su argumento y su

conclusión no están relacionados De tal manera que toma postura, pero no es capaz de argumentar a favor o en contra.

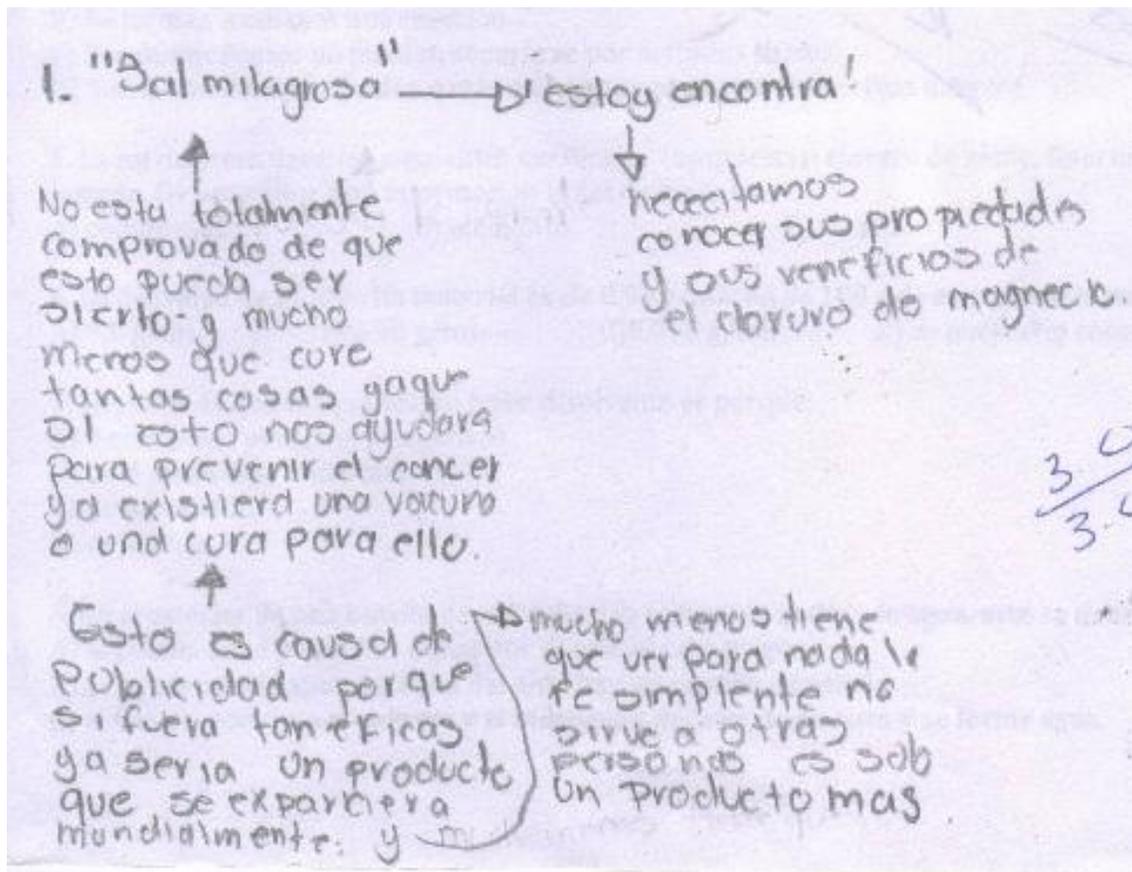


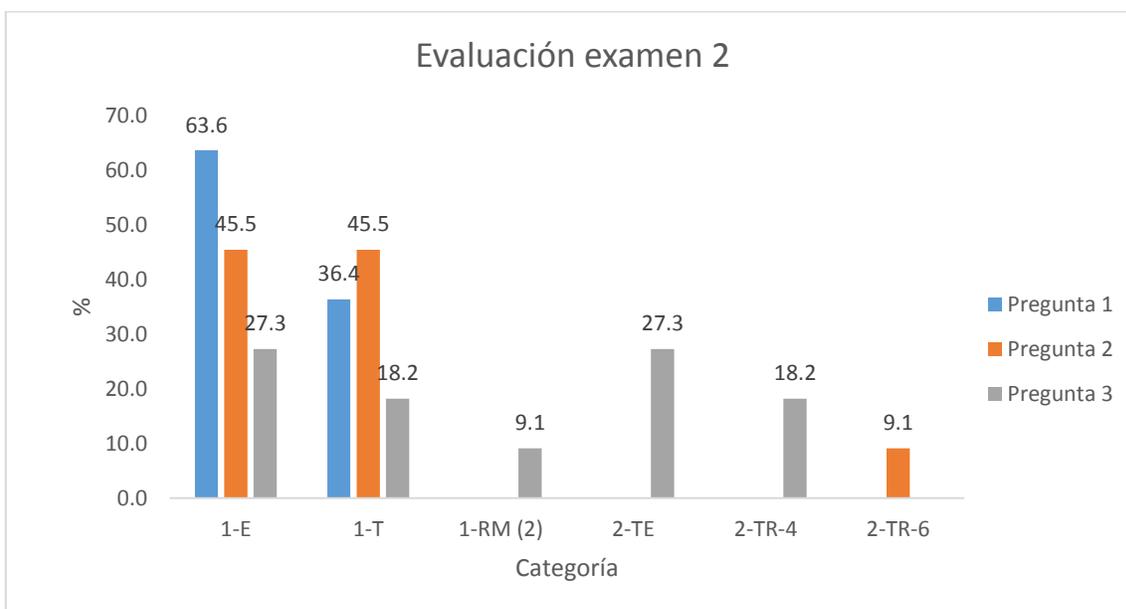
Figura 28. Postura de un alumno en examen 1.

Por otro lado, varios estudiantes no utilizan la rejilla de argumentación, sino que justificaron sus respuestas escribiendo los párrafos correspondientes. Si bien la rejilla es una herramienta que pueden emplear como guía para la construcción de sus argumentos, también tenían la libertad de justificar de esta manera. El escribir un párrafo muestra que los alumnos no lograron entender los componentes básicos de un argumento, ya que todos están armados en función de creencias sin asociar conocimiento científico. Ejemplo de ello se presenta en la figura 29.

1.- La famosa sal milagrosa es buena ya que ayuda a una gran cantidad de cosas, por que es buena para diferentes enfermedades, además muchas personas la consumen por que dicen que sus síntomas desaparecen de manera casi instantánea. Y todos la recomiendan por que algunas personas afirman que con otros medicamentos no les funcionaban pero la sal milagrosa si; esta supuesta sal milagrosa seria solo seria mala a menos que los doctores o los quimicos comprueben que es dañina para la salud. 30/17

Figura 29. Respuesta de un alumno al examen 1a

Para el examen 2, se obtuvieron niveles de habilidad mostrados en la gráfica 16. Donde se observa que los alumnos, al evaluarlos con la rúbrica general, se mantienen en niveles bajos de argumentación y de uso de modelos, sin embargo, un 9.1% alcanzó un nivel superior comparado con el grupo.



Gráfica 16. Niveles de argumentación y/o modelaje en el examen 2

Se aplicaron preguntas de argumentación y modelaje y, en las respuestas más desarrolladas, los alumnos apelaron al modelo de la molécula del agua para explicar sus características físico-químicas, lo cual se muestra en la figura 30. En la mayoría de los casos, los alumnos apelaron a fenómenos macroscópicos para explicar o dar respuesta a los cuestionamientos.

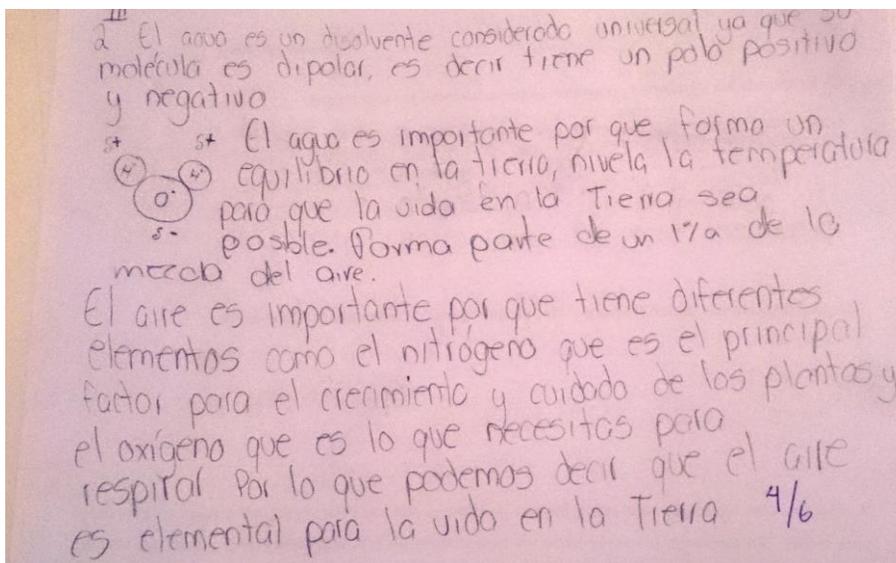


Figura 30. Respuesta de un alumno al examen 2

En la figura 30 se muestra que los alumnos apelan a la molécula del agua para dar explicaciones sobre su comportamiento, aunque no hacen lo mismo para el aire ya que sólo lo distinguen como una mezcla.

Por el contrario, en la figura 31 se muestra que los alumnos en ningún momento apelan a las características submicroscópicas del agua y el aire para entender su importancia.

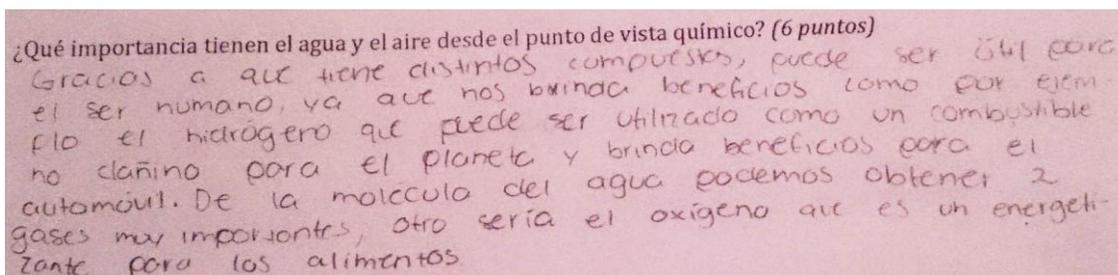


Figura 31. Respuesta de un alumno al examen 2a

3.7 Entrevistas

Se entrevistaron a cuatro alumnos para pedirles que explicaran en qué casos argumentan o emplean un modelo, así mismo para saber qué entienden por argumentación y modelaje. Ellos aseguran lo siguiente:

Para el alumno 1:

JM. ¿En qué casos consideras que es mejor argumentar en qué casos crees mejor modelar, o consideras que siempre hay que hacer los dos?

Alumno 1. Creo que es mejor hacer los dos, pero a veces sólo es necesaria la argumentación, cuando es hacia el tema teórico y todo eso.

Se observa que para el alumno 1 el ejercicio de la argumentación se emplea en cuestionamientos de tipo teórico. Sin embargo, para el alumno 2, la argumentación y el modelo tiene que ver con lo que se puede observar y lo que es verdadero o falso, como se detalla a continuación:

JM. ¿En qué casos hay que argumentar y en qué casos hay que modelar?

Alumno 2. Los casos que argumentaba era en algún proyecto sobre...modelo en los que no puedo observar o no puedo ver...que son se puede decir desde el átomo, que sabemos que no se puede observar y por eso lo modelo...y argumentamos cuando sabemos que existe y que hay una forma verdadera o falsa.

JM. OK, en estos trabajos, ¿por qué aquí hiciste modelos para explicar y por qué en estos sólo escribías?

Alumno 2. Ahhh porque estábamos hablando sobre la molécula del agua y es por eso que lo modelé.

JM. ¿Y por qué en la pregunta del ciclo del agua también modelaste?

Alumno 2. Bueno es que es una forma más fácil de entender

JM. ¿Y en esta porque solo escribieron?... ¿En qué momento sabes que tienes que hacer un modelo y en qué momento no lo haces?

Alumno 2. Pues, del tema del agua, en sí cuando supe que era modelar, era porque me preguntaba sobre la molécula del agua y por eso dije la voy a modelar, y del ciclo del agua lo modelé porque así es más fácil que lo entienda yo, que escribir tanto.

El alumno 2 hace mención a que el modelo permite visualizar lo que no podemos observar, lo cual es correcto.. La argumentación para este alumno resulta ser un ejercicio para determinar la veracidad o falsedad de un tópico. No es una definición errada, pero el alumno plasma su idea particular sobre la argumentación sobre una definición más amplia como lo es un debate de opiniones, y no como un ejercicio en donde se fundamenta con garantías y sustentos.

Por su parte el alumno 3 coincide con el alumno 1 en que el argumento o la argumentación se aplican a temas teóricos; mientras que el modelo ayuda a ejemplificar cuestiones que son difíciles de imaginar tal como se muestra a continuación:

Alumno 3. Bueno yo creo que en ciertas preguntas sólo se podría dar el argumento y no tanto como un modelo.

JM. ¿Cómo cuáles?

Alumno 3. ¿Qué es el agua potable? Es algo como, no tanto para un modelo, sino para ocupar una rejilla de argumentación

JM. ¿Y cómo en cuales preguntas modelas?

Alumno 3. Podría ser como la pregunta....Imagina que naufragas en el mar y llegas a un islote donde hay poca vegetación...

JM. ¿Y por qué en este caso no hicieron un modelo? ¿Qué los llevó a decir nada más con esto es suficiente?

Alumno 3. No sé, se nos hizo más fácil nada más escribir, porque ya teníamos la idea y no teníamos que pasarlo como a un modelo

A pesar de que las preguntas realizadas en los exámenes fueron de tipo conceptual, aplicación de conceptos y de toma de decisiones, los alumnos parecen no diferenciar, ni establecer en qué preguntas se debe argumentar y en qué preguntas se modelará, aunque en el ejercicio de la entrevista parece ser que lo tienen claro, durante la práctica no se plasman las mismas ideas. Por lo que no se puede definir las prioridades en sus respuestas.

Así mismo para los alumnos la argumentación y el modelaje ya son actividades diferentes y han planteado una definición de cada una de ellas:

JM. ¿Qué es la argumentación?

1. Es respaldar un punto de vista....respaldar tu punto de vista teniendo...por así decirlo....puntos que lo respalde.

JM. ¿Qué es modelar?

1. Mostrar algo, como, un ejemplo a seguir

JM. Bueno en química qué es modelar.

1. Mostrar los ejercicios, los compuestos y todo eso.

Para el alumno 1 no queda muy claro lo que es un modelo o el ejercicio de modelar, mientras que la argumentación la define como el respaldar un punto de vista, lo cual es correcto con las definiciones que existen sobre argumentación.

Para el alumno 2 las definiciones son mucho más claras, el alumno establece sus definiciones muy cercanas a lo establecido en la literatura, por lo que menciona que argumentar y modelar son actividades generales y no sólo propias de la Química. Para el alumno 3:

JM. ¿Qué es argumentar?

3. Es como dar el punto de vista sobre si algo es verídico o no, de acuerdo a ciertos aspectos.

JM. ¿Cómo cuáles?

3. Como los datos que lo respaldan o la incongruencia de ciertas cosas, que pueden dar la veracidad en cierto aspecto.

JM. ¿Qué es modelar?

3. Modelar es ejemplificar un... ciertos aspectos como en este caso serían las... los átomos y todo eso

El alumno menciona que el ejercicio de la argumentación sirve para conocer la falsedad o veracidad de un punto de vista y para detectar las incongruencias y/o respaldos de las posturas Tal aseveración hace hincapié a que el alumno tiene presente que el argumento es una conclusión y su importancia está en su respaldo y sus contraargumentos (incongruencias). Para explicar modelo, el alumno apela a la representación (ejemplificación) de los conceptos, y los aterriza en específico a los entes de la Química. Para el alumno 4:

JM. ¿Qué es argumentar?

4. Argumentar es defender tu opinión con distintos puntos de vista, para que sea sobresaliente, bueno para ti, defender lo que tú piensas sobre lo que está bien o está mal.

JM. ¿Qué es modelar en Química?

4. Plantear un modelo...por así decirlo...sobre una sustancia o algo así, que tú creas que está bien y sigue las reglas de un proceso.

El alumno 4 tiene como definición de argumentar como una opinión y una postura apelando a la defensa de éstas frente a otra opinión o postura. Mientras que modelar para el alumno es un término ambiguo en su respuesta, ya que no se puede establecer a qué hace referencia.

3.8 Propuesta de mejora

La estrategia presentada tuvo cambios durante su desarrollo en la práctica, ya que no se pudo aplicar tal y como está presente en el anexo 1. Estos cambios se debieron a aspectos que no se habían considerado y que salen del control del docente, sin embargo, es importante establecer que todas las modificaciones se llevaron a cabo debido a que representaron una ventaja en la aplicación de cada actividad. Como autor del trabajo considero las siguientes variantes, de acuerdo a la experiencia obtenida, por lo que puede aplicarse para el siguiente bucle del modelo de McKernan (1988). Así pues, las propuestas se enumeran a continuación:

Cuestionario de creencias sobre la ciencia

Para este cuestionario se deben considerar más preguntas, ya que las que se aplicaron son mínimas y no se debe olvidar el solicitarles que justifiquen sus respuestas.

¿Cómo trabajan los científicos?

La primer parte de la actividad no se analiza dentro del trabajo, ya que se empleó como plataforma para una sesión de discusión plenaria sobre cuestiones de Naturaleza de la Ciencia. Podría emplearse para iniciar la discusión sobre otros aspectos como: la generación de hipótesis, discusiones grupales y el establecimiento de consensos después de escuchar las propuestas de los demás estudiantes.

La segunda parte, en el uso de la rejilla de argumentación, se pueden reducir el número de frases que los estudiantes podrían escoger o darles la libertad de que ellos propongan sus propias frases o creencias. Las frases planteadas son consideradas para conocer las visiones distorsionadas sobre la NdC (Gil, *et al.* 2002; Acevedo, *et al.* 2009) y trabajar con ellas fomentando que los alumnos se retroalimenten. Lo cual implicaría más discusión, pero se alcanzaría una mejor comprensión sobre la construcción de los argumentos.

El agua en nuestro entorno

Es importante definir los tiempos de trabajo, ya que durante la aplicación; los alumnos modelaron muy bien las tres situaciones planteadas, pero no tuvieron tiempo para responder todas las preguntas, el trabajo sólo fue individual y no se logró una discusión grupal entre alumnos y docentes.

Lo importante es que se discuta la idea de modelo, cómo modelar y cómo el modelo ayuda responder diversas preguntas *a posteriori*.

¿El agua, disolvente universal?

Se presentaron materiales para que los mezclaran con el agua, sin embargo, sería conveniente dejar que los alumnos lleven los materiales con los cuales realizaran sus mezclas, de tal manera que sea mucho más cercano a ellos y no sea algo impuesto por los profesores.

En este sentido será posible hacer énfasis en que sus mezclas son las cotidianas y que se generan día a día. Esto permite discutir las clasificaciones propuestas de acuerdo a los materiales que llevaron, el fenómeno observado y el modelaje a nivel de partículas. Conviene darle mucho mayor énfasis a las discusiones grupales, siempre y cuando se cuenten con las observaciones adecuadas.

Como es la primera actividad experimental de la secuencia, debe hacerse una revisión de lo que se espera como observaciones y la forma correcta de llevar las anotaciones de un experimento, ya sea que se defina grupalmente o que el docente aplique una base de orientación para este fin.

¿Cómo separo el agua presente en una mezcla?

Para que esta actividad sea aplicada de buena manera, deben guardarse las mezclas preparadas en la sesión ¿El agua, disolvente universal?. Se debe discutir con los alumnos y cuestionarlos sobre las propuestas que hagan para separar las mezclas; sobre todo, hacerles ver que la metodología a seguir no depende de lo que ellos quieran hacer, sino del fundamento (argumento) que encuentren más adecuado para justificarla.

Los alumnos deben plantear cuestionamientos sobre cómo es posible separar las mezclas, si fue “fácil” crearlas de tal manera que con estas interrogantes, haya más probabilidad de que comprendan la importancia que tiene el cuidado del agua.

¿Calidad del agua?

En esta actividad hay que dejar muy claro los alcances de las metodologías propuestas. El planteamiento del problema es muy general, por lo que se debe ir acotando poco a poco para que los alumnos no propongan metodologías que no estén al alcance de la infraestructura del laboratorio.

También hay que enfatizar en que el problema no tiene una solución única, sino que se pueden realizar diversas propuestas. Las propuestas no sólo deben contemplar a la Química sino a otras disciplinas de tal manera que el los resultados deben ser multidisciplinarios.

Los alumnos se sienten motivados cuando las muestras de agua son de su casa o de su zona de convivencia, ya que les interesa saber un poco más y siempre están dispuestos a trabajar con tal conocer sobre el agua que consumen.

Como docentes tenemos la tarea conducirlos de la mejor posible, para que no se queden con una inconformidad al terminar la actividad.

Capítulo 4

Conclusiones

4. CONCLUSIONES

En este trabajo se evaluaron los argumentos y modelos hechos por los estudiantes durante su curso de Química I en el CCH sur. Vale la pena decir que el modelo de investigación realizado es resultado del trabajo colaborativo de dos profesores:

- a) el titular, quien se encarga de los conceptos teóricos asociados al curso y
- b) el profesor en formación encargado de difundir su propuesta y hacer partícipes a los alumnos en los ejercicios para el desarrollo de las habilidades de interés.

Podemos decir que este modelo de trabajo se sale de los estándares del programa de posgrado. Sin embargo, creo que estos enfoques logran poner en evidencia que un trabajo en conjunto entre los docentes tiene efectos positivos en los alumnos, comparado con una clase tradicional en donde se hace énfasis en la asimilación de conceptos temáticos de un programa.

El trabajo realizado al monitorear durante un semestre continuo las habilidades, no es un proceso simple; sino que es la forma de motivar a los alumnos para que se sientan comprometidos con estas actividades -que en un principio les resultaron tediosas- y obtengan resultados positivos, sobre todo que visualicen la utilidad de estas habilidades en la vida académica y cotidiana.

La modificación y creación de la rúbrica, para la evaluación de las habilidades de argumentación y modelaje, es uno de los grandes logros de este trabajo, ya que representa el instrumento fundamental para el análisis de los resultados. No existen muchos instrumentos con los cuales evaluar tales evidencias, por lo que resultó importante la creación de éstos cuando se requiere trabajar con habilidades de pensamiento científico.

El instrumento es muy importante, ya que es algo novedoso (por lo menos en los países hispanohablantes) ya que no se encuentra en la literatura algo similar, y funciona como punta de lanza para futuras investigaciones.

El desarrollo de una habilidad se ligará con otra como en este caso; se puede modelar y argumentar de manera independiente, pero el uso de ambas

habilidades les permite a los alumnos ordenar ideas y presentarlas de una manera más simple y clara.

El ejercicio de argumentación depende de muchas otras características y conocimientos. Un modelo por sí solo no explica o funciona si no tiene argumentos tras de sí. Es indispensable trabajar con más de una habilidad, y generar las herramientas necesarias para una buena evaluación.

Finalmente, a continuación se enlistan algunas consideraciones sobre los resultados obtenidos:

- Se desarrollaron una serie de actividades embebidas en el marco de habilidades de pensamiento científico; éstas permitieron a los alumnos acercarse, conocer y practicar las habilidades de modelado y argumentación.
- Los alumnos emplearon la rejilla de argumentación como herramienta para la construcción de sus razonamientos.
- El nivel de la argumentación y modelaje alcanzado por alumnos no es constante, sino que depende del tipo de preguntas que se les hagan. Sin embargo, en el trabajo se alcanzaron niveles como 3-TRE en donde se engloban conceptos, representaciones y fenómenos de manera conjunta, siendo un nivel alto en las habilidades de estudio.
- Los estudiantes obtuvieron una definición propia de lo que es argumentar y modelar.
- La argumentación y el modelaje resultaron una forma nueva de ver los conceptos de química por parte de los alumnos; si bien el ejercicio fue complicado, durante el transcurso del semestre los alumnos lograron entender las ventajas de hacer una argumentación o un modelo.
- En la parte conceptual, estos ejercicios de argumentación y modelaje les ayudaron a comprender ciertos conceptos como mezclas, sustancias, y compuestos químicos; ya que no sólo lo vieron como algo natural, sino que en sus exámenes o evaluaciones muestran indicios de argumentación y modelaje sin que se les solicitará hacerlo.

Capítulo 5

Reflexión y consideraciones finales

5. Reflexión y consideraciones finales

Basándome en la experiencia adquirida para la enseñanza de habilidades de pensamiento científico (modelaje y argumentación) considero que es importante realizar un cambio en los planes de estudio de Colegio de Ciencias y Humanidades. Comenzar el primer curso de química del nivel medio superior con la unidad temática “el agua” es un reto muy grande; debido a que no se retoman conceptos básicos como lo es la teoría corpuscular, impidiendo que los alumnos modelen o a nivel submicroscópico.

Los conceptos vistos con el agua no permiten a los alumnos alcanzar un nivel de argumentación elevado ya que la mayoría de los tópicos los aprenden de manera tradicional (memorísticamente) sin reflexionar en ellos. Por ejemplo para los alumnos se vuelve muy difícil dar explicaciones sobre interacciones intermoleculares, en específico los ejemplos clásicos como lo son interacciones del agua con cloruro de sodio y sacarosa. Una alternativa es lo que propone la American Chemical Society en su libro de texto **Química (2005)**, en donde se emplea al agua como sustancia de estudio central. En este texto se hace énfasis en los conceptos: estados de agregación, teoría corpuscular, de tal manera que se sienten las bases para la enseñanza de otros tópicos como: sustancias elementales y compuestas.

Es importante realizar estos cambios a nivel de programas de estudios, ya que a pesar de que tiene revisiones constantes, la base sigue siendo del año 1996, lo que ya está a 20 años. La educación ha evolucionado en cuanto a modelos educativos y no podemos quedarnos en un orden temático que no ha sido modificado junto con esta evolución.

El desarrollo de habilidades de pensamiento científico es de suma importancia, ya que no sólo representa una nueva metodología para estudiar la ciencia en el aula. También muestra a los alumnos una nueva forma de desenvolverse, porque las habilidades no sólo representan una manera para entender ciencia, ya que no se reducen a habilidades de pensamiento científico sino a habilidades de vida;

cumpléndose con ello los criterios de educación marcados por la UNICEF en 1996.

La reflexión docente es de suma importancia para implementar mejoras de la práctica en el aula; por ello es importante formar profesores con espíritu de compromiso con la educación, ya que permite ayudar y formar de mejor manera a todos los alumnos con los que se tenga contacto.

Por último quiero recalcar, que la actividad docente no es fácil, requiere mucha dedicación y trabajo en equipo. El hecho de que sea complicada, no quiere decir que sea imposible, justo en estos tiempos tan turbulentos en cuestiones generales y en específico en términos educativos. La educación se vislumbra como la luz al final del camino y el lugar donde se encuentra el tesoro escondido de la humanidad.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, D. (2009). Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (3), 1-31.

American Chemical Society. (2005). *Química: Un proyecto de la ACS*. España: Reverté.

Alberts, B. (2000). Some Thoughts of a scientist on Inquiry. Minstrell, J. Y Van Zee, E. (Eds) *Inquiring into inquiry learning and teaching science* (pp 3-14). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS)

Alvarado, C. (2012) Enseñanza del concepto de átomo a través de una secuencia histórica del concepto. México. UNAM.

Barber, M., Mona, M. (2008). Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos. *Programa de Promoción de la Reforma Educativa en América Latina*. Santiago de Chile. Chile.

Bartolucci, J., Bartolucci, E. (2013). La aplicación del programa para la evaluación internacional de los estudiantes en México. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(58), 925-948.

Brown, T., Murphy, K., Bursten, B., Woodward, P. (2006). *Química la ciencia central*. 9na edición. México, México. Pearson Educación.

Bybee R. (2000). Minstrell, J. Y Van Zee, E. (Eds) *Inquiring into inquiry learning and teaching science* (pp 20-47). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS)

Bybee R. (2006). Scientific inquiry and science teaching. Flick, L & Lederman, N. (Eds). *Scientific inquiry and nature of science* (9-19). Dordrech, the Nertherlands: Kluwer.

Boggiano, M. (2013). Los 10 países con más reservas de agua en el mundo, Recuperado el 12de febrero de 2013 de:

<http://www.cartafinanciera.com/uncategorized/los-10-paises-con-mas-reservas-de-agua-del-mundo/>.

Caamaño. A (2003). Modelos híbridos en la enseñanza y el aprendizaje de la química. *Alambique en Línea*, Número 35.

Cárdenas. F., Padilla K. (2012) La indagación y la enseñanza de las ciencias, *Educación Química*, Vol. 23, No. 4, pp. 415-421

Chamizo. J; Castillo, D., Pacheco, I. (2012). La naturaleza de la química. *Educación Química en línea*. Recuperado el 10 de agosto de 2015 de www.educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf1323

Chamizo, J. (2013). A new definition of models and modeling in chemistry's teaching. *Science and education*, 22, 1613-1632.

Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Eureka*. 7 (1), 26-41

Chang R. (2007). *Química*. 9na edición. China. Mc Graw Hill Interamericana

Comisión Nacional del Agua (2015). Programa de tratamiento de aguas residuales (PROTAR). Subdirección general de agua potable y saneamiento. Consultado en www.conagua.org.mx

Crowell, A., Kuhn, D. (2012). Developing dialogic argumentation skill: A 3 year intervention study. *Journal of Cognition and Development*, 15(2), 363-381.

Delors J. (1996). *La educación encierra un tesoro: los cuatro pilares de la educación*. Editorial Santillana. UNESCO.

Díaz. R. (2014). Los costos de tener agua y de moverse en la ciudad. *El Universal*, p.25.

Decker, P., Mayer, D., Glazerman, R. (2004). The effects of teach for America: Findings from a National Evaluation. Recuperado el 25 de enero de 2015 de <http://www.epsb.ky.gov/documents/Stats/Journals/TFA%20Effects%20DeckerMayerGlazerman.pdf>.

De Fuccio, M., Kuhn, D., Udell, W., Callenda, K. (2009). Developing argument skills in severely disadvantaged adolescent males in a residential correctional setting. *Applied Developmental Science*, 13(1), 30-41.

Edwards, M., Gil, D., Vilches, A., Praia, J. (2004). La atención a la situación del mundo en la educación científica. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (1), 47-64.

Estany, A., Izquierdo, M., Sellés, M. (2001). Hacia una imagen no deformada de la actividad científica. *Endoxa: Series Filosóficas*, 14, 227-260.

Erduran, S; & Duschl, R. (2004) Interdisciplinary characterization of models and the nature of chemical knowledge in the classroom. *Studies in Science Education*. 40, 111-144.

Fernandez, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., Prai, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza, *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.

Flick, L., & Lederman, N. (2006). Scientific Inquiry and Nature of Science: *Implications for Teaching Learning and Teacher Education*, Dordrech, the Nertherlands: Kluwer.

Furió, C., Dominguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 25 (2), 241-258.

Furió-Más, C., Furió-Gómez, C., Solbes-Matarredona, J. (2012). Profundizando en la educación científica: aspectos epistemológicos y metodológicos a tener en cuenta en la enseñanza. *Educar em Revista*. 44 (2), 37-57.

Garriz, A. (2006) Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista iberoamericana de educación*, 42, 127-152.

Gaceta Pumagua (2010) Planta de tratamiento de agua de cerro del agua en ciudad universitaria de la UNAM. Consultado en www.pumagua.unam.mx.

Gallagher, J. (1971). A broader base for science education. *Science Education*. 55, 329-338.

Gil, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 26-33.

Gilbert, J., Treagust, D. (2009). *Multiple representations in chemical education* (pp 1-10). Springer.

González, D., Cañada, F., Martínez, G., Sánchez, J. (2014). Concepciones alternativas sobre el concepto de sustancia que poseen maestros de primaria en formación. *II Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias SIEC*.

Harris, D. (2007). *Análisis Químico Cuantitativo*. (Capítulo 6), 3ra edición Barcelona, España. Reverte.

Instituto de Estudios Educativos y Sindicales de América (2012) *¿De dónde vienen y a dónde van los maestros mexicanos? La formación Docente en México 1822-2012*. Sindicato Nacional de Trabajadores para la Educación. (SNTE) recuperado en Julio de 2015 de <http://www.snte.org.mx/assets/LaFormaciondocenteenMexico18222012.pdf>

Jensen, W. (1998). Logic, History, and the chemistry textbook. III. One chemical revolution or three? *Journal of Chemical Education*, 75 (8), 961-969

Jensen, W. (1998). Logic, History, and the chemistry textbook. I. Does chemistry have a logical structure? *Journal of Chemical Education*, 75 (6), 679-687

Jensen, W. (1998). Logic, History, and the chemistry textbook. II. Can we unmuddle the chemistry textbook? *Journal of Chemical Education*, 75 (7), 817-828

Jesper, S., Talanquer, V. (2014). Humanizing Chemistry Education: From simple contextualization to multifaceted problematization. *Journal of Chemical Education*, 91, 1125-1131

Jesper, S. (2013). Towards building-oriented chemistry education. *Science and Education*, 22, 1873-1890.

Jiménez-Alexandre, M. (2007). Designing argumentation learning environments en *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research*. EUA, Springer.

Jiménez-Alexandre, M., Rodríguez, A., & Duschl, R. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": argument in high school genetics. *Science and Education*, 84, 757-792.

Johnstone, A. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de la química*, Editorial Santillana, México.

Krell, M., Reinisch, B., Kruger, D. (2015) Analyzing students' understanding of models and modeling referring to the disciplines Biology, Chemistry and Physics. *Research Science and Education*, 45, 367-393.

Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

Kuhn, D. (2010). Teaching and learning science as argument. *Science Education*, 94 (5), 810-824.

Kuhn, D., Zillmer, N., Crowell, A., Zavala, J. (2014). Developing norms of argumentation: metacognition, epistemological and social dimensions of developing argumentative competence. *Cognition and Instruction*, 31 (4), 456-496.

Leach, J., Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: an approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective of learning', *Studies in Science Education*, 38 (1), 115-142.

Lee, H., Johari, S., Cher, S. (2014). Individual versus group argumentation: student's performance in a Malaysian context. *International Education Studies*, 7(7), 109-124.

Lehrer, R., Carpenter, S., Schauble, L., & Putz, A. (2000). Designing classrooms that support inquiry. Minstrell, J. Y Van Zee, E. (Eds) *Inquiring into inquiry learning and teaching science* (pp. 80-90). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science (AAAS)

Lira, C. (2005). Agua Edición Especial. *La Jornada*. México, México.

Luxford, J., Lowery, S. (2003). Moving beyond definitions: what student-generated models reveal about their understanding of covalent bonding and ionic bonding, *Chem. Educ. Pract*, 14, 214-222.

Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education: Practice and Research*. 5 (3), 229-245.

Mansoor, N., Maza, A. (2011). *Nature of science in general chemistry textbooks*. EUA, Springer.

Marks, R., Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a sociocritical and problem-oriented approach to chemistry teaching: Concept, Examples, and Experiences. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4 (3), 231-245.

Martin, L. (2002). Defining inquiry: exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The science teacher*, 69 (2), 34-37.

Martín del Pozo, R., Galán, P. (2012). Los criterios de clasificación de la materia inerte en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 9 (2), 213-230.

Mendoça, P., Justi, R. (2014). An instrument for analyzing arguments produced in modeling-based chemistry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, 51 (2), 192-218.

Organización Mundial de la Salud (2012). Programa para el monitoreo del abastecimiento y saneamiento del agua. Recuperado en Julio de 2015 en http://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/es/.

Phelps, E., Damon, W. (1989). Problem solving with equals: Peer collaboration as a context for learning mathematics and spatial concepts. *Journal of Educational Psychology*, 81(4), 639-646.

Portal de la Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE) Consultado en Septiembre de 2015.

Portal de la WWF consultado en http://www.wwf.org.mx/que_hacemos/agua/ julio de 2015

Portal de la Organización Mundial de la Salud y el Agua. <http://www.who.int/topics/water/es/> agosto de 2015

Portal de la American Chemical Society. En <http://www.acs.org/content/acs/en.html> Julio de 2015

Portal de la Food and Drugs Administration. En <http://www.fda.gov/food/guidanceregulation/guidancedocumentsregulatoryinformation/ucm302164.htm> Julio de 2015

Portal del Colegio de Ciencias y Humanidades consultado en <http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad1/mezclas/separacion>. Julio de 2015

Portal del Colegio de Ciencias y Humanidades, consultado en <http://www.cch.unam.mx/misionyfilosofia> Agosto de 2015

Portal de la Secretaría de Educación Pública, consultado en <http://www.sems.gob.mx/> Agosto de 2015

Pozo, J. (2003). *Adquisición del conocimiento* (pp 177-201) Ediciones Morata, Madrid; España.

Programa para la evaluación internacional de los alumnos (2012) México-Nota País Resultados PISA 2012. OCDE. Consultado en www.oecd.org/edu/pisa/, Julio de 2015

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano (2006) Informe sobre desarrollo humano 2006, Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis

mundial del agua. AGS Custom. PNUD. 422 pág. Consultado en línea en <http://hdr.undp.org/es/content/informe-sobre-desarrollo-humano-2006>. Julio de 2015

Programa Mundial de Evaluación de Recursos Hídricos de la UNESCO (2015) Consultado en <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/> Septiembre de 2015

Programa de estudios del CCH (1996), consultado en http://www.cch.unam.mx/sites/default/files/plan_estudio/mapa_quimica.pdf. Julio de 2015

Qun, X., Winnie, M. (2012). Understanding and practice of argumentation. A pilot study with Mailand Chinese pre-service teachers in a secondary science classrooms. *Asian-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 13(2). Artículo 9.

Raviolo, A., Garritz, A., Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 8(3), 240-254.

Rayner. G (2004). *Química Inorgánica Descriptiva*. 2da edición (pp. 57-63 y 350-352). México, México. Prentice Hall.

Resnick. L. (1989). *Education and learning to think*. Washington DC: National Academy Press.

Sampson, V., Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93 (3), 448-484.

Sanders, W., Rivers, J. (1996). Acumulative and residual effects of teachers on future student academic achievement. Tomado de http://www.cgp.upenn.edu/pdf/Sanders_RiversTVASS_teacher%20effects.pdf

Schwartzter, N. (2005). Knowledge and development of science teachers in the context of teaching higher order thinking. *Unpublished doctoral dissertation*, Hebrew University of Jerusalem.

Schwarz, C., White, B. (2005). Metamodeling knowledge: developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23, 165-205

Sevian, H., Ngai, C., Szteinberg, G., Brenes, P; & Arce, H. (2015). Concepción de la identidad química en estudiantes y profesores de química: Parte I – La identidad química como base del concepto macroscópico de sustancia. *Educación química*. 26(1), 13-20.

Sun, Y; & Heui, K. (2015) Changes in students' participation in small group norms in scientific argumentation. *Research Science and Education*. 45. 465-484.

Talanquer, V. (2013). School Chemistry: The need of transgression. *Science and Education*, 22, 1757-1773.

Toulmin, S., Riek, R., Janik, A. (1979). An introduction to reasoning. McMillan. 2da edition. New York. USA.

Vázquez, G., Díaz, M. (2013). México en PISA 2012. *Instituto Nacional de Evaluación Educativa*. México, México.

Vázquez, E. Portal Web Propiedades Físicas del Agua. Link: <http://laguna.fmedic.unam.mx/~evazquez/0403/propiedades%20fisicas%20del%20agua.html> última actualización. Octubre de 2013

Vosnadiu, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, .45-69

Walton, D. (1989). Question-Reply Argumentation, Wesport. Connecticut, Greenwood Press.

Yackel, E., Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal of research in mathematics education*. 27 (4), 458-477

Zimmerman, C. (2006). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*. 27, 172-223.

Zohar A. (2006). The nature and development of teachers' metastrategic knowledge in the context of teaching higher order thinking. *Journal of learning sciences*, 15 (3), 331-377.

Zohar, A. (2004). Elements of teachers' pedagogical knowledge regarding instruction of higher order thinking. *Journal of science teacher education*, 15 (4), 293-312.

Zuhao, W., Shaohui. C., Kaiyan, H., Wenting. C. (2014). Chemistry Teacher's knowledge and application models. *Journal of Science Education Technology*, 23, 211-226.

ANEXO 1 ACTIVIDADES SOBRE EL AGUA

Objetivo General

Al finalizar las actividades el alumno:

- a) Comprenderá los fenómenos asociados a la contaminación del agua, reflexionará sobre las implicaciones sociales que tiene el uso y cuidado del agua y tomará decisiones con respecto a su papel dentro de la remediación y contaminación de este recurso vital.

Objetivos particulares

Al finalizar las actividades el alumno:

- a) Tendrá un panorama general sobre Naturaleza de la Ciencia
- b) Reflexionará y tomará decisiones, desde una perspectiva social, con respecto al tema de contaminación del agua.

Objetivos Curriculares y Disciplinarios

Al finalizar las actividades el alumno:

- a) Aplicará algunos conceptos adquiridos en el curso tales como:
 - a.1 Naturaleza de la química
 - a.2 Estados de agregación
 - a.3 Mezclas
 - a.4 Métodos de separación de mezclas
 - a.5 Algunos aspectos relacionados con la contaminación del agua
- b) Tendrá un acercamiento general a las siguientes habilidades de pensamiento científico:
 - b.1 Argumentación
 - b.2 Modelización

Generalidades

El trabajo presenta cinco actividades, las cuales están dirigidas hacia tópicos específicos del temario del Colegio de Ciencias y Humanidades en la materia de Química I, estas actividades tienen tiempos de duración variables, contemplando un tiempo total de siete horas para su aplicación dentro del aula de clases. Los alumnos con los cuales se trabajará esta secuencia, son de recién ingreso al CCH y pertenecientes al turno vespertino.

Las actividades tienen como objetivo la comprensión y/o fortalecimiento de los diversos contenidos, pero siempre van asociados a la contaminación del agua. La primera actividad está dirigida a la Naturaleza de la Ciencia (NdC), mientras que las siguientes están relacionadas con los temas enunciados en los objetivos curriculares y disciplinarios. Además la última actividad considerada de cierre, es

una experiencia cotidiana, en donde los alumnos podrán integrar sus conocimientos para dar respuesta a una problemática relacionada con la contaminación del agua en su ambiente.

ACTIVIDAD 1: ¿Cómo trabajan los científicos? (1 hora y 30 minutos)

Objetivo

El objetivo de esta actividad consiste en acercar a los alumnos hacia la forma de trabajo de los científicos, y conocer sus ideas o percepciones sobre la ciencia. En esta actividad se utilizará la rejilla de argumentación propuesta por Toulmin como herramienta para responder a la actividad y herramienta de evaluación.

Recomendaciones para la aplicación de la actividad

1. Fomentar el trabajo individual y por equipo, haciendo respetar las ideas de los demás.
2. No reprimir las opiniones contrarias a la creencia del docente por parte de los alumnos, ya que de esta manera no se podrá hacer una discusión significativa con ellos.
3. Fomentar previamente el uso de la rejilla, para ello se debe dar una clase, explicando las partes de la rejilla y realizando ejercicios, para que los alumnos sepan y estén familiarizados con ella.
4. Las respuestas a las preguntas de la actividad serán variadas, sin embargo la discusión debe centrarse en cuestiones de la Naturaleza de la Ciencia, es decir que ante un problema general, existen muchas posibilidades (hipótesis) y que aquella que responde mejor a las pruebas es considerada la óptima, sin embargo siempre existe la posibilidad de mejorarlas.
5. Para que el docente este familiarizado con lo que significa la NdC y su enseñanza pueden consultar las siguientes fuentes:
 - a) Acevedo Díaz. J.A. (2009) Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Eureka. 6 (3), 1-31
 - b) Pérez D., Fernández I., y Carrascosas A. (2001) Hacia una imagen no deformada de la actividad científica, *Éndoxa: Series filosóficas*, 14, 227-260
6. Una vez que el docente se ha documentado sobre Naturaleza de la Ciencia, tendrá que hacer explícito a los alumnos que la ciencia no sólo está dentro de laboratorios o en centros de investigación, sino que está presente en actividades como la que se está desarrollando, así mismo hacerle ver a los estudiantes que las hipótesis que desarrollan para responder a la pregunta, es un proceso similar al que llevan a cabo los científicos cuando desarrollan sus propuestas. Esta explicación debe de

realizarse posteriormente a la actividad, ya que de esta manera es posible contrastar lo que pueden creer los alumnos.

7. Delimitar que no todas las ideas o propuestas son válidas, sino que sólo aquellas que están fundamentadas en los datos o eventos observables.
8. Tener cuidado con el lenguaje utilizado, ya que no se deben utilizar como sinónimos teoría e hipótesis.
9. Si se deja utilizar Internet, deben consultar fuentes confiables como Instituto de Investigación y si encuentran un número que responda a la pregunta deben justificar porque ese valor es aceptable utilizando la rejilla de argumentación.

Conocimientos previos de los alumnos

Conocer la rejilla de argumentación.

¿Por qué aplicar la actividad?

La Naturaleza de la Ciencia (NdC) ha ido quedando de lado en los cursos de química a diversos niveles. Esto ha provocado que los alumnos mediante su instrucción formal vayan adquiriendo posturas o ideas, de manera explícita o implícita, sobre la Naturaleza de la Ciencia y que generalmente no sean acertadas. Los docentes presentan estas mismas creencias por lo que refuerza estas ideas en ellos. A su vez las concepciones son reforzadas en los libros de texto, trabajos como el de Mansoor y Maza en 2011 muestran que la mayoría de los libros de química de nivel medio superior y superior, presentan muy bajas, nulas o malas ideas de Naturaleza de la Ciencia y por el contrario presentan ideas deformadas de esta, tal como la creación individual, el nulo trabajo en equipo y le restan importancia al desarrollo histórico.

Existen dos posturas sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, la primera hace referencia a la enseñanza implícita de la NdC y la segunda a la enseñanza explícita de la NdC. Si la segunda postura concuerda con los objetivos del docente la actividad sirve de inicio a la enseñanza de cualquier disciplina científica. Por el contrario si la postura del docente con respecto a la NdC es la forma implícita, entonces puede omitirse esta actividad. Sin embargo, la habilidad de argumentación que se pretende desarrollar y plasmar en esta actividad puede ser interesante para el docente más allá de la NdC.

ACTIVIDAD 1

¿Cómo trabajan los científicos? (1 hora y 30 minutos)

Primera Parte

Instrucciones

Qué respuesta darías a la siguiente pregunta, emplea para ello la información proporcionada, lo que tú sepas respecto al tema y/o lo que puedas investigar en estos momentos. Justifica tu respuesta

¿Qué volumen de agua se consume al día en el D.F.?

Información tomada del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010)

Información	Dato
Habitantes del D.F.	8 851 080
Número de viviendas	2 386 605

Una vez que hayas terminado, discute con tu equipo sobre sus respuestas y propongan una forma de contestar la pregunta de manera consensuada.

Ya que terminaron, discutan en grupo sus propuestas.

Segunda Parte

Instrucciones

Lee las siguientes frases:

“No comas ese producto, porque tiene muchos químicos”

“La ciencia sólo es para cerebritos”

“Los científicos son personajes excéntricos y raros”

“Yo prefiero lo natural, porque es más sano”

“La química es pura contaminación”

“Los químicos producen cáncer”

“Los químicos se utilizan para producir bombas”

“El avance de la química, trajo como consecuencia muchos productos que consumimos actualmente”

“Sin la química no habría sociedad”

1. Concuerdas con alguna de las frases, ¿Por qué? ¿con cuál(es)?
Fundamenta tu respuesta utilizando el diagrama de argumentación
2. Estas en desacuerdo con alguna de las frases, ¿con cuál(es)? ¿Por qué?
Fundamenta tu respuesta utilizando el diagrama de argumentación

3. Comparen sus diagramas con los demás equipos.

Evaluación.

Para evaluar esta actividad, se debe emplear un análisis de la rejilla, basado en las premisas o postulados que los alumnos hacen, el diagrama facilita la evaluación, ya que permite visualizar las conexiones de sus ideas para concluir con respecto a un tema.

La evaluación de la actividad como parte de la Serie de Actividades se puede realizar empleando un cuestionario sobre Naturaleza de la Ciencia validado y que se encuentre en la literatura, por ejemplo los propuestos por Ángel Vázquez y Mannassero Antonia en 2008.

ACTIVIDAD 2: El agua en nuestro entorno (1 hora)

Objetivo.

Que el alumno modele a nivel submicroscópico diversos estados de agregación del agua que puede encontrar en su entorno, haciendo énfasis en los estados de agregación sólido, líquido y gas.

Recomendaciones para la aplicación de la actividad.

1. Se utiliza el agua como modelo, ya que es una sustancia que se encuentra en los tres estados de agregación de manera cotidiana.
2. Comparar los modelos de los alumnos, haciendo la consideración de que los modelos no son buenos o malos, sólo hay modelos que se apegan mucho más a las pruebas. Con lo cual se refuerza la idea de la Naturaleza de la Ciencia. Los alumnos deben dar sus razones del por qué están modelando las situaciones de esa forma.
3. La actividad debe aplicarse antes iniciar el tema, ya que de esta manera, se asegura que el alumnos responda de acuerdo a sus concepciones previas. También es conveniente no dar como profesor una respuesta acorde con los modelos aceptados por la comunidad científica, sino que, para que esta actividad sirva de cierre y de evaluación del tema, al aplicarse nuevamente.
4. Asegurarse que los alumnos cuestionen sus modelos al preguntarles cómo explican ciertos fenómenos.

Conocimientos previos de los alumnos

Conocimientos sobre la teoría corpuscular de la materia y sustancias.

Rejilla de argumentación

¿Por qué aplicar la actividad?

La actividad es importante, ya que es el primer acercamiento dentro del curso sobre modelos y modelaje, lo cual es otro aspecto de la naturaleza de la ciencia, además es punto de partida para introducir la idea de los tres niveles de la química

(submicroscópico, macroscópico y simbólico, propuesto por Jhonstone(1982, los cuales son pilar para la enseñanza de la química, y con la modificación de Stronjom y Talanquer (2014) orientar la enseñanza a temas sociales, lo que incluye enfoques como CTS.

Además se orienta la actividad hacia el agua, para posteriormente retomar estos modelos a nivel nanoscópico, en otros fenómenos relacionados al agua y su contaminación.

Evaluación.

La evaluación de la actividad se hará con base en la argumentación que den sobre los dibujos que presenten los alumnos, relacionado con lo anterior los dibujos son evidencias de las ideas que tienen los estudiantes, por lo que si se realiza una actividad final que emplee modelos y situaciones similares, se evaluará la asimilación del tema.

La actividad como parte de las actividades se evaluará considerando las respuestas presentadas a las preguntas finales, basándose en la argumentación que le den a las mismas.

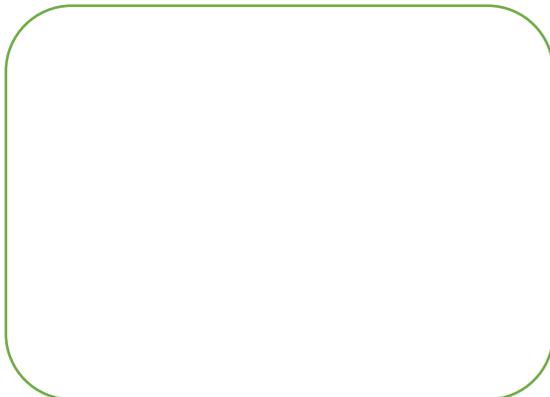
ACTIVIDAD 2

El agua en nuestro entorno (1 hora)

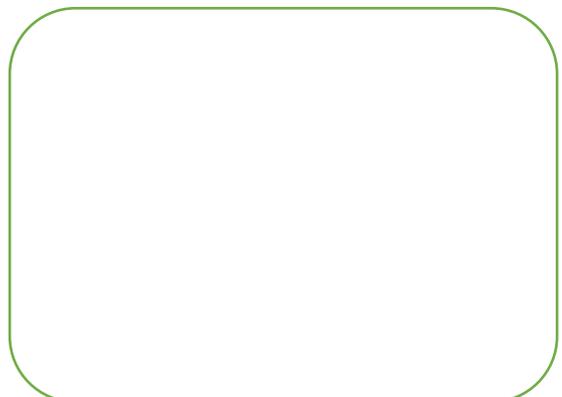
Instrucciones

De manera individual realiza un dibujo (modelo) donde muestres lo que sucede en las siguientes situaciones a nivel de partículas:

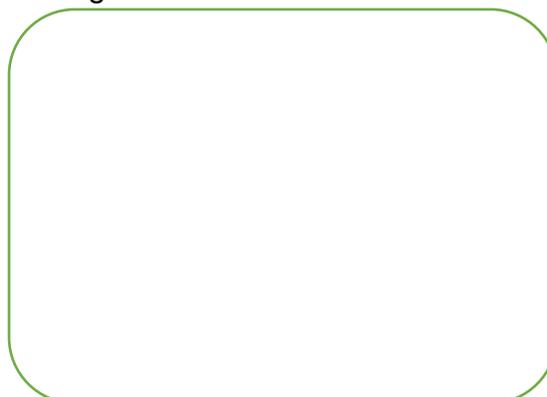
El agua saliendo de la llave



Hielos flotando en agua de limón



El agua hirviendo en una cacerola



Forma equipos de cuatro personas, expliquen sus dibujos a los demás.

Una vez presentados todos los dibujos, hagan uno en general para cada situación y preséntenlo a los demás compañeros, así mismo expliquen por qué creen que su dibujo explica lo que sucede en cada situación presentada, utilicen la rejilla de argumentación para ello.

Posteriormente responde de manera individual las siguientes preguntas:

- a) ¿Por qué crees que el agua puede encontrarse en tres formas diferentes?
- b) ¿Otras sustancias podrán comportarse de la misma manera? ¿cómo cuál?
Da un ejemplo
- c) ¿Cuáles son las características que presenta el agua en estado sólido, líquido y gaseoso?
- d) Según tú modelo ¿Cuáles son las diferencias entre el agua sólida, líquida y gaseosa?

ACTIVIDAD 3: ¿El agua es el “disolvente universal”? (1 hora)

Objetivo.

Que el alumno comprenda el poder disolvente del agua, al experimentar con diversas sustancias y observar si se mezclan con el agua, además podrá identificar si el resultado es una mezcla homogénea o heterogénea.

Recomendaciones para la aplicación de la actividad.

1. La propuesta se debe trabajar en equipos de tres a cuatro personas.
2. No se debe perder de vista el objetivo de la actividad, haciendo énfasis en el tipo de sustancias que se disuelven en el agua
3. Es importante que se clasifiquen las sustancias como solubles o no solubles en agua o que los alumnos propongan otra clasificación pero que tenga como sustento a las sustancias que se solubilizaron y a las sustancias que no lo hicieron.
4. Hacer énfasis en que modelen los alumnos ¿Qué creen que sucede para que una sustancia se solubilice en agua?
5. Pedirle a los alumnos que justifiquen sus respuestas. Esperando que usen la rejilla de argumentación utilizada en las actividades previas
6. Pedirles que lleven materiales cotidianos, tales como: jabón, sal de mesa, azúcar, suelo, condimentos industriales de cocina.
7. Introducir el concepto de contaminación del agua como un producto obtenido de la mezcla del agua con diversas sustancias o materiales.
8. Dejar una investigación o lectura sobre el ciclo del agua y las sustancias con las cuales está en contacto o puede estar en contacto el agua en cada paso del ciclo, haciendo énfasis en el resultado de la interacción del agua con otras sustancias en términos de las mezclas.

Conocimientos previos de los alumnos

Los alumnos deben conocer el concepto de sustancia, teoría corpuscular de la materia.

Deber ser una actividad de construcción y confirmación, para ello los alumnos habrán tomado clase teórica sobre mezclas o bien aplicarse a la par de la misma.

¿Por qué aplicar la actividad?

Dentro de las habilidades de pensamiento científico se encuentra el análisis de datos, lo que se conoce como el diseño de experimentos, esta habilidad le permite a los alumnos, fomentar su juicio crítico basado en las evidencias, y sobre ellas emitir una conclusión (Zimmerman, 2007).

Los modelos permiten visualizar las creencias de los alumnos sobre qué sucede a nivel nanoscópico cuando una sustancia se disuelve en agua. El objetivo no es que aprendan el concepto teórico, sino que hagan explícitas sus creencias y se les pueda cuestionar sobre ellas, para que en el curso correspondiente, no se parta de cero, comprendan el concepto de disolución.

Evaluación.

El contenido curricular se evaluará en función de la clasificación que hagan de las mezclas preparadas, así mismo sobre la actividad como parte de la SEA, se tomará en cuenta si se logra asociar al agua y su contaminación en términos del “poder disolvente del mismo” y la relación que hagan con la tarea del ciclo del agua.

ACTIVIDAD 3

¿El agua es el “disolvente universal”? (1 hora)

- a) Tienes una serie de materiales en el laboratorio (Cloruro de sodio, permanganato de potasio, azúcar, suelo (puede ser del plantel) de la escuela, gasolina, colorante vegetal, cascara de naranja, bolsas de plástico, jabón, sal de mesa, azúcar, suelo, condimentos industriales de cocina, etc.)
- b) Mezcla en diferentes recipientes, el agua con cada uno de los materiales, agita y observa qué sucede.
- c) ¿Por qué en algunos casos la mezcla resultante es homogénea y en otros casos heterogénea?
- d) Mezcla todas las sustancias en un recipiente, y observa que sucede.
- e) Haz un dibujo en donde representes qué crees que sucede cuando los materiales se mezclan.
- f) Guarda todas las mezclas que realizaste.
- g) Para la siguiente sesión piensa en cómo podrías separar el agua de las mezclas que preparaste en el laboratorio. Realiza una investigación, no

pierdas de vista que lo que propongas debes poder realizarlo en el laboratorio.

ACTIVIDAD 4: ¿Cómo separo el agua presente en una mezcla? (1 hora)

Objetivo.

Que los alumnos indaguen y hagan una propuesta experimental para separar el agua de una serie de mezclas.

Recomendaciones para la aplicación de la actividad.

Como tarea previa dejar una lectura o investigación sobre separación de mezclas, asociado a al tema de contaminación del agua, por ejemplo ¿cómo se trata el agua? y ¿qué métodos se utilizan para ello?

Hacer uso de las mezclas preparadas en la actividad anterior, y plantear como primera pregunta: ¿cómo separarían el agua de las mezclas preparadas en el laboratorio la sesión anterior?

Si las mezclas no se guardaron entonces deben prepararse mezclas de la siguiente manera:

- a) Disolución 0.5 mol/L de una sal iónica y que presente coloración. (sulfato de cobre (II) pentahidratado o cloruro de hierro (III) son ejemplos de unas de ellas)
- b) Agua y tierra en una proporción volumétrica 2:1
- c) Jabón en polvo en agua a una concentración 10% en masa
- d) Disolución de sustituto de azúcar en concentración 35% masa/volumen
- e) Agua y aceite en proporción 4:1
- f) Agua y colorante vegetal concentración 10% en masa

Para ello, hay que hacer énfasis en que tienen que considerar que el método que propongan deben poder llevarlo a cabo en el laboratorio.

Una vez que propongan el método, que realicen un diagrama de flujo en el cual representen su procedimiento, haciendo hincapié en los materiales y sustancias que utilizarán.

Durante la práctica debe hacerse énfasis en las dificultades que se tienen para separar el agua de las mezclas, así mismo el docente puede hacerles ver gastos de otro tipo, como lo son energéticos, reactivos, y plantearles la pregunta sobre la calidad del agua obtenida al separar las mezclas, ¿es de consumo humano?, ¿se puede utilizar para regar plantas?, ¿se utiliza para el baño o lavar la ropa?, ¿Ya no es consumible?, ¿qué habría que hacerle para consumirla?

Estas preguntas deben dejárseles como reflexión y retomarlas en la actividad siguiente.

Conocimientos previos de los alumnos.

Teoría corpuscular de la materia, sustancias y mezclas.

¿Por qué aplicar la actividad?

La actividad tiene dos ejes el primero está en función de la indagación que orilla al alumno a investigar y proponer una metodología para resolver un problema. El otro eje es el diseño de experimentos en donde el alumno tendrá que proponer una metodología experimental con un objetivo en específico, además se hace hincapié en que se está tratando de separar mezclas simples, por lo que la separación de una mezcla de mayor complejidad implica una serie de costos que aumentan la dificultad de la separación del agua, con lo que se puede hacer reflexionar a los alumnos sobre la importancia del cuidado de éste preciado líquido.

Evaluación.

La evaluación del contenido está en función de la metodología propuesta y los resultados obtenidos, ya que se espera que los alumnos propongan una metodología adecuada para separar sus mezclas y en algunos casos tendrán que definir que no existen los recursos suficientes en el laboratorio para llevar a cabo la separación y en otros casos ni si quiera será posible separarlas aun con todos los recursos.

La actividad como parte de la SEA será evaluada en función de las respuestas a las preguntas finales de la actividad, ya que estas permitirán establecer un parámetro de relación con su ambiente cotidiano y la importancia del agua y sus mezclas.

ACTIVIDAD 4: ¿Cómo separo el agua presente en una mezcla”? (1 hora)

Instrucciones:

- a) Las mezclas que generaste en la actividad 3, ahora deben ser separadas en sus componentes iniciales, en especial interesa obtener el agua.
- b) Propón una forma de hacerlo, y que puedas llevarlo a cabo en el laboratorio
- c) ¿Necesitas información para poder plantearlo? ¿Todas las mezclas se separan de la misma manera? ¿Qué dificultades existen para separar las mezclas?
- d) Responde a las siguientes preguntas:
 - ¿En qué mezclas no fue posible recuperar el agua debido a las limitaciones del laboratorio?
 - ¿En qué mezclas no es posible recuperar el agua por ningún método conocido?

Delibera con tus compañeros y el profesor ¿cuál es el costo de la recuperación del agua mediante los métodos propuestos?

En una población urbana como la de México, ¿Cuánta agua crees que se consume al día?, ¿Qué tipo de mezclas resultan como producto del uso del agua?, ¿Cuál es el costo de recuperar el agua utilizada?

ACTIVIDAD 5

¿Es potable el agua? (2 horas)

Objetivo.

El alumno mediante la indagación y el diseño de experimentos propondrá una metodología para determinar si sus muestras de agua cumplen los parámetros mínimos de “calidad” para que ésta sea considerada como potable.

Así mismo reflexionará y propondrá soluciones a diversas situaciones problemáticas, con materiales que estén disponibles en la comunidad

Recomendaciones para la aplicación de la actividad.

El docente debe conocer las normas (disponibles en la red) siguientes:

- a) Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994: Salud ambiental, agua para uso y consumo humano, límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización
- b) Norma Oficial Mexicana NOM-003-SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público

El docente debe guiar a los alumnos para que sus propuestas sean acordes al material del laboratorio, y no propongan metodologías imposibles de llevar a cabo.

Es conveniente hacer esta práctica colaborando con el profesor de Biología, ya que muchos de los requerimientos de calidad tienen un fundamento microbiológico con lo cual se pueden implementar la actividad más un análisis microbiológico a nivel cualitativo empleando agar cuenta estándar para determinar si el agua contiene microorganismos, y al realizar frotis de los mismo poder determinar el tipo de microorganismos presentes. En caso contrario se pueden realizar pruebas microbiológicas del agua empleando gelatina sin sabor y vertiéndola en placas Petri de plástico, simulando medio de cultivo en el cual se puede hacer una siembra microbiológica.

Será conveniente que el docente haga mención sobre la existencia de normas que regulan la calidad del agua en México, para que los alumnos no tengan un exceso de información, así mismo puede darles la norma y junto con ellas evaluar que pruebas de las mencionadas en ellas pueden realizar en el laboratorio.

Conocimientos previos de los alumnos.

- a) Mezclas
- b) Separación de mezclas
- c) Ciclo del agua
- d) Normas oficiales mexicanas

¿Por qué aplicar la actividad?

La actividad tiene como objetivo fundamental cerrar con el tema, ya que se planteará la evaluación del agua y la calidad que debe cumplir para ser considerada de consumo humano, las muestras de agua solicitadas cubren dentro de su contexto las fuentes de éste vital líquido para ellos. Así mismo se espera que los alumnos retomen las preguntas de reflexión sobre el agua y concluyan respecto a estas, su papel dentro de este ciclo y la importancia que tienen el cuidado y uso racional del agua.

Evaluación.

Se evaluarán conocimientos aplicados en su metodología experimental, así mismo se hará énfasis en el objetivo de la actividad, que es un diseño de experimentos y la emisión de una conclusión con respecto a la calidad de las tres muestras de agua analizadas.

Como parte de la SEA la actividad será evaluada en función de un cuestionario final, en donde se englobarán conceptos y actitudes sobre el tema, y se hará mucho énfasis en situaciones problemáticas de índole general, en donde tendrán que hacer referencia a las preguntas de reflexión de las sesiones anteriores.

ACTIVIDAD 5

¿Calidad del agua? (2 horas)

Instrucciones:

Recolecta por equipos:

- a) una muestra de agua de lluvia en tu casa (aproximadamente 250 mL)
- b) una muestra de agua de la llave de tu casa (aproximadamente 250 mL)
- c) una muestra de agua de garrafón (aproximadamente 250 mL)

¿Podrían asegurar que las tres muestras de agua son aptas para el consumo humano?

- a) ¿Qué harías para demostrar que su respuesta anterior es correcta o incorrecta?
- b) Desarrolla un experimento para demostrar que tu respuesta es acertada o no.

Cabe resaltar que aunque la propuesta original es la presentada anteriormente, en la práctica se tuvieron que realizar algunos cambios sobre todo en la forma de evaluación.

Creencias sobre la ciencia

Objetivo. Determinar algunas creencias erradas sobre la Naturaleza de la Ciencia por parte de los alumnos.

Instrucciones. Contesta las siguientes preguntas, no hay respuestas correctas ni incorrectas.

1. ¿Cómo defines a un científico? ¿por qué?
2. ¿Crees que las personas que son buenas en ciencias, son personas más inteligentes de lo normal?
3. ¿Crees que eres bueno para las ciencias? ¿Por qué?
4. ¿Crees que la ciencia es buena o mala? ¿Por qué?
5. ¿La ciencia sólo se hace en un laboratorio?

El objetivo del cuestionario era conocer las concepciones de Naturaleza de la Ciencia que presentaban, antes de introducirles el tema en plenaria y discutir sobre del.

ANEXO 2 CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Universidad Nacional Autónoma de México
Maestría en Docencia para la Educación Media Superior



Carta de consentimiento informado sobre participación en investigación educativa

Yo _____ padre/madre del alumno

_____ por medio de la

presente carta apruebo que mi hijo(a) participe en la investigación denominada: "Argumentación, modelaje y naturaleza de la ciencia para la comprensión de la contaminación del agua" a cargo del QFB José Manuel Montaña Hilario.

La participación consta de una entrevista de 25 minutos y la información obtenida de la entrevista será empleada de manera anónima y sólo con fines de investigación.

Firma del padre o tutor: _____

Firma del alumno: _____

Fecha: _____

ATTE: QFB José Manuel Montaña Hilario

ANEXO 3 ENTREVISTAS

A) ENTREVISTA AL ALUMNO 1

JM. ¿Qué es la argumentación?

1. Es respaldar un punto de vista....respaldar tu punto de vista teniendo...por así decirlo....puntos que lo respalde.

JM. ¿Qué es modelar?

1. Mostrar algo, como, un ejemplo a seguir

JM. Bueno en química que es modelar.

1. Mostrar los ejercicios, los compuestos y todo eso.

JM. ¿Crees que es importante modelar y argumentar en Química?

1. Sí, porque de allí se basan tus resultados, no puedes dar un resultado, sin tener algo que te respalde, que te... dé como la razón, tienes que mostrar de donde estas sacado eso y que enseñar cómo se está sacando eso.

JM. OK, observa tus exámenes, sobre todo en las últimas preguntas...las de argumentación.

Tú consideras o crees que habría que hacer un modelo para explicar mejor tus respuestas.

1. Si, por que a veces no te das a entender del todo, entonces el modelo es como un apoyo para que se comprenda totalmente el argumento.

JM. En cuales de los dos consideras que es necesario hacer un modelo, prioritariamente.

1. ¡Este!

JM. ¿Por qué?

1. Porque no puedes dar tu opinión de algo si no estás nombrando que estás dando tu opinión

JM. ¿En qué casos consideras que es mejor argumentar en qué casos crees mejor modelar, o consideras que siempre hay que hacer los dos?

1. Creo que es mejor hacer los dos, pero a veces solo es necesaria la argumentación, cuando es hacia el tema teórico y todo eso.

JM. Haz argumentado en otras materias.

1. Si sobre todo en matemáticas, se argumenta de donde sale el resultado y todo eso.

JM. ¿Y es igual a como lo vimos?

1. Sí, todo lleva los mismos puntos, ósea finalmente llegas a un resultado y puntos que los respaldan

B) ENTREVISTA AL ALUMNO 2

JM. ¿Qué es argumentar?

2. Argumentar es dar la prueba, si es verdadero o falso, de alguna investigación que tú realices

JM. ¿Qué es modelar?

2. Mostrar físicamente...se puede decir...desde la estructura hasta la ejemplificación

JM. ¿De qué?

2. De un modelo

JM. ¿En qué casos hay que argumentar y en qué casos hay que modelar?

2. Los casos que argumentaba era en algún proyecto sobre...modelo en los que no puedo observar o no puedo ver...que son se puede decir desde el átomo, que sabemos que no se puede observar y por eso lo modelo...y argumentamos cuando sabemos que existe y que hay una forma verdadera o falsa.

JM. OK, en estos trabajos, ¿por qué aquí hiciste modelos para explicar y por qué en estos sólo escribías?

2. Ahhh porque estábamos hablando sobre la molécula del agua y es por eso que lo modele.

JM. ¿Y por qué en la pregunta del ciclo del agua también modelaste?

2. Bueno es que es una forma más fácil de entender

JM. ¿Y en esta por qué sólo escribieron?... ¿En qué momento sabes que tienes que hacer un modelo y en qué momento no lo haces?

2. Pues, del tema del agua, en si cuando supe que era modelar, era porque me preguntaba sobre la molécula del agua y por eso dije la voy a modelar, y del ciclo del agua lo modele porque así es más fácil que lo entienda yo, que escribir tanto.

JM. Haz empleado la argumentación en otras asignaturas

2. Si

JM. ¿En cuál?

2. En taller de lectura e historia

JM. ¿Y cómo le ha sido la argumentación igual que la vimos aquí o diferente?

2. Pues sí se comparan, diferente tema, pero si usaba los métodos que utilice en esta materia

JM. Y lo has hecho fuera de la escuela

2. No.

JM. ¿Por qué?

2. Pues no he tenido una plática o con quien hacer, lluvia de ideas.

C) ENTREVISTA AL ALUMNO 3

JM. ¿Qué es argumentar?

3. Es como dar el punto de vista sobre si algo es verídico o no, de acuerdo a ciertos aspectos.

JM. ¿Cómo cuáles?

3. Como los datos que lo respaldan o la incongruencia de ciertas cosas, que pueden dar la veracidad en cierto aspecto.

JM. ¿Qué es modelar?

3. Modelar es ejemplificar un... ciertos aspectos como en este caso serían las... los átomos y todo eso

JM. ¿En química es importante argumentar y modelar?

3. Sí

JM. ¿Por qué?

3. Porque son temas...bueno en los cuales se podría decir que son parte de las ciencias exactas y en parte modelar sería dar un ejemplo más fácil de las cosas que pasan en todos los temas y argumentar sería como dar de forma verídica todos los temas que pasa.

JM. Observa tus trabajos sobre todo en los dos exámenes ¿Por qué no usaste modelos para ejemplificar o darle más sentido a tus explicaciones? O ¿sólo crees que escribiendo es suficiente?

3. Bueno yo creo que en ciertas preguntas sólo se podría dar el argumento y no tanto como un modelo.

JM. ¿Cómo cuáles?

3. ¿Qué es el agua potable? Es algo como, no tanto para un modelo, sino para ocupar una rejilla de argumentación

JM. ¿Y cómo en cuales preguntas modelas?

3. Podría ser como la pregunta....Imagina que naufragas en el mar y llegas a un islote donde hay poca vegetación...

JM. ¿Y por qué en este caso no hicieron un modelo? ¿Qué los llevo a decir nada más con esto es suficiente?

3. No sé, se nos hizo más fácil nada más escribir, porque ya teníamos la idea y no teníamos que pasarlo como a un modelo

JM. ¿Has argumentado fuera de la clase de química?

3. Sí

JM. ¿En qué casos?

3. Más que nada en casos...en las materias en las que me piden cierta idea de los que estoy pensando como sería matemáticas y en lectura.

JM. ¿Y fuera de la escuela has argumentado?

3. Si

JM. Y como te ha ido con eso

3. De acuerdo a la rejilla de argumentación, aunque no es tanto como ocuparla, es una buena idea como para dar tu punto de vista y si me sirvió.

D) ENTREVISTA AL ALUMNO 4

JM. ¿Qué es argumentar?

4. Argumentar es defender tu opinión con distintos puntos de vista, para que sea sobresaliente, bueno para ti, defender lo que tú piensas sobre lo que está bien o está mal.

JM. ¿Qué es modelar en Química?

4. Plantear un modelo...por así decirlo...sobre una sustancia o algo así, que tú creas que está bien y sigue las reglas de un proceso.

JM. ¿Crees que es importante modelar y argumentar en Química? ¿Por qué?

4. Sí, porque modelar por todas las sustancias que hay, las mezclas y todo eso, y argumentar para mantener tu posición en algo, si crees que está bien.

JM. OK, ve tus trabajos y dime, ¿Por qué en ninguno de los dos utilizaste modelos para explicar?

4. Porque yo me baso más en la argumentación que en los modelos...bueno, lo entiendo mejor que los modelos.

JM. ¿Tú consideras que es más importante el argumento que el modelo?

4. En parte si, para mí sí.

JM. ¿Por qué?

4. Porque así me desenvuelvo más, me entiendo mejor, que en un modelo, a veces te confundes más que en argumentación

JM. ¿En qué casos consideras que es mejor argumentar y utilizar un modelo y en qué casos no?

4. Este es de argumentación y de modelo....éste.....el de la sobrevivencia...por qué especificas más lo que vas a hacer.

JM. ¿Ha argumentado en otras de tus asignaturas?

4. No, prácticamente nunca. No participo, más que en química.

JM. ¿Argumentas en la vida cotidiana?

4. Sí, sobre algún tema

JM. Usas lo aprendido o argumentas sólo dando tu opinión

4. lo aprendido

JM. ¿Y cómo ha sido la argumentación en tu vida, la utilizas mucho, poco?

4. Pues más o menos, bueno cuando hablan de algún tema, alguien da su punto de vista y trata de defenderlo