

INCIDENCIA DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS; LOS CIENTÍFICOS CONSTRUYEN EXPLICACIONES: EL CASO DE “OXIGENO O FLOGISTO” Y CONSTRUYENDO LA HISTORIA DE LA TABLA PERIÓDICA, SOBRE EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA, EN LA EVOLUCIÓN DE CONCEPCIONES SOBRE LA NATURALEZA DE LAS CIENCIAS (NdC), EN ESTUDIANTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA AUGUSTO E. MEDINA DE COMFENALCO.

**ADRIANA MARITZA MENDEZ OSPINA
ERIKA PAOLA GARZÓN HERNÁNDEZ**

Trabajo de grado para optar al título de Magister en Educación

**Director
NÉSTOR ROBERTO CARDOSO ERLAM
Doctor en Ciencias de la Educación**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION
MAESTRIA EN EDUCACION
IBAGUE -TOLIMA**

2014



**FORMATO PARA SUSTENTACIÓN
TRABAJO DE GRADO
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**



LÍNEA Didáctica de las Ciencias.

DIRECTOR: Néstor Carlos Erlam.

NOMBRE JURADO (S): Carol Mildred Gutierrez.

ESTUDIANTE(S): Erica Paola Garzón
Adriana Maritza Méndez.

DENOMINACIÓN TRABAJO DE GRADO Inadencia de las Unidades didácticas:

los Científicos. Construyen explicaciones
El caso "Oxígeno o Plogismo" y constru-
yendo la historia de la tabla

CALIFICACIÓN: 4.6 Periódica, sobre epistemología,
e historia en la evolución de concep-
ciones de Ndc, en la institución,
Educativa. Augusto Medina-
compañero.

APROBADO SI NO

OBSERVACIÓN Se encuentra coherencia entre objetivos,
metodología, resultados, marco teórico
actualizado y fundamentado. Un excelente
trabajo que aporta a la comprensión de NDCYT

FIRMA ESTUDIANTE (S): Adriana Maritza Méndez Ospina
Erica Paola Garzón Hernández

[Firma]
FIRMA DIRECTOR

[Firma]
FIRMA JURADO

CIUDAD Y FECHA: Ibagué DÍA 28 MES 03 AÑO 2014.

ADVERTENCIA

La Facultad de ciencias de la Educación de la Universidad del Tolima, el director del trabajo y el jurado calificador, no son responsables de los conceptos ni de las ideas expuestas por el autor del presente trabajo.

Artículo 16, Acuerdo 032 de 1976 y Artículo 29, acuerdo 064 de 1991,
Consejo Académico de la Universidad del Tolima.

A Dios por guiarnos, darnos la fortaleza y permitir que en cada una de las fases por las que atravesamos a lo largo de este trabajo no desfalleciéramos, sin importar los obstáculos que se nos presentaran y por enviarnos ángeles de la guarda a socorrernos en los momentos más difíciles.

Nuestras familias por ser los pilares que nos sostuvieron a lo largo de este tiempo, que nos brindaron su mano incondicional, siempre con palabras de aliento para continuar, por su paciencia por no compartir mucho tiempo y comprender nuestros estados de ánimo, por esos abrazos que nos alentaban a seguir por eso y muchas más razones les decimos que los amamos y que este trabajo es también un reflejo de todos sus aportes.

Erika y Maritza

AGRADECIMIENTOS

Le damos nuestro más sincero agradecimiento al director de tesis Dr. Néstor Cardoso Erlam, por aportarnos elementos muy valiosos como: su conocimiento, experiencia, inteligencia, comprensión que fueron de vital importancia para el desarrollo de la tesis y sobre todo el guiarnos con paciencia y el brindarnos herramientas que permitieron el desarrollo de habilidades en este proceso de investigación que culminamos con gran éxito, que nos permitirán mejorar en el ámbito laboral.

También a los profesores de la línea en didáctica de la ciencia: Edna Eliana Morales, Edgar Diego Erazo y todos lo que de manera directa e indirecta nos brindaron su colaboración tanto de manera intelectual como moral para continuar con la elaboración del trabajo de grado.

A nuestras familias y amigos por el apoyo, la solidaridad, la comprensión, el amor y la paciencia que siempre nos brindaron en este proceso.

Nuestra compañera Rocio Toro por alentarnos en todo este camino por darnos esperanza y ofrecernos su mano amiga de manera incondicional y compartir sus conocimientos.

A los directivos de nuestras instituciones Educativas y estudiantes por permitir el desarrollo de las actividades y prestarnos las ayudas educativas en cada fase.

GLOSARIO

AIRE FLOGISTICADO: en la teoría del flogisto de Stahl es el aire saturado de flogisto, irrespirable y equivalente al aire “aire fijo” de Black.

CONCEPCIÓN ADECUADA: es cuando la frase expresa una opinión apropiada sobre la actitud.

CONCEPCIÓN INGENUA O DESINFORMADA: la frase expresa un punto de vista que no es ni adecuado ni plausible.

CONCEPCIÓN PLAUSIBLE: aunque no sea totalmente adecuada, la frase expresa algunos aspectos apropiados.

DIDÁCTICA: la palabra *didáctica* proviene del griego *didasko*. En primera instancia la didáctica puede ser definida como la ciencia del aprendizaje y la enseñanza. Dentro de esta ciencia de la enseñanza y aprendizaje es necesaria la combinación del hacer y el saber didáctico, es decir, la teoría y la práctica. La práctica resulta muy importante ya que se sabe que se aprende mediante la experiencia. También es normal enseñar a partir de la misma. Sin embargo es importante no recaer exclusivamente en las enseñanzas mediante esta técnica. Por eso resulta tan importante complementarlo con la teoría. Es elemental recalcar que una buena teoría debe poder ser llevada a cabo, es decir que debe ser aplicable a la realidad. Hay autores que afirman que no es necesario recaer en la dicotomía de teoría y práctica, que ambas deben ir de la mano, ya que la praxis en sí es tanto acción como reflexión

EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: es el saber propio de la ciencia, se distingue del sentido común, y se define por ciertas cualidades que le pertenecen: es sistematizado, organizado, está disponible a la comunidad científica, y se rige por las reglas del discurso científico. Éste debe ser responsable y verificable.

EL MÉTODO CIENTÍFICO: (del griego: *-μετά* = hacia, a lo largo- *-οδός* = camino-; y del latín *scientia* = *conocimiento*; camino hacia el conocimiento) es un método de investigación usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias. Para ser llamado científico, un método de investigación debe basarse en la empírica y en la medición, sujeto a los principios específicos de las pruebas de razonamiento.

ENSEÑANZA: enseñar proviene del latín *indignaré* (enseñar hacia), lo que implica brindar una orientación sobre qué camino seguir puede aplicarse al acto que realiza una maestra, padres y madres. Con respecto a lo que hemos definido la palabra enseñar en el contexto actual, podemos afirmar que es la capacidad que tiene el ser humano de transmitir sus conocimientos, experiencias, habilidades e ideas con la intención de que la persona a enseñar o guiar las comprenda y haga uso de ellas.

EPISTEMOLOGÍA: la metaciencia por excelencia. es la disciplina científica que estudia, entre otras cosas, qué son las ciencias, cómo se elabora, qué diferencia tiene con otras formas de conocimiento, cómo se produce el cambio conceptual, qué valores se sustenta en la ciencia de cada momento.

HISTORIA: la ciencia que estudia esos hechos del pasado y utiliza el método científico de las llamadas ciencias sociales (sociología, antropología,...). No es una ciencia exacta, como las matemáticas o la física, pues dado su objeto de estudio, las hipótesis que establecen los historiadores no se cumplen necesariamente. En ese sentido, el objetivo de la historia es buscar una explicación lo más objetiva y lógica posible a partir de los datos conocidos sobre el pasado o un acontecimiento concreto del pasado.

MODELO: es una representación abstracta de un fenómeno pero se asemeja a muchos fenómenos, para entender los cuales sirven de ejemplo característico.

MÉTODO: etimológicamente, “camino”. Es el conjunto de procedimientos puesto en marcha para llevar adelante la ciencia como una actividad. Remite a los espacios de creación, validación, sistematización, comunicación y aceptación del conocimiento científico.

NATURALEZA DE LA CIENCIA: es un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas desde la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia por especialistas de estas disciplinas y, también, por algunos científicos insignes. En un sentido amplio, la NdC incluye la reflexión respecto a los métodos para validar el conocimiento científico, los valores implicados en las actividades de la ciencia, las relaciones con la tecnología, la naturaleza de la comunidad científica, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad.

PARADIGMA: conjunto de problemas y sus soluciones que funcionan como modelo teórico y metodológico para el trabajo de una comunidad científica. La idea es desarrollada por el epistemólogo estadounidense Thomas Khun (1922- 1996).

POSITIVISMO: corriente epistemológica que concibe el conocimiento como un conjunto de hechos relacionados según ciertas leyes y sólo admite los datos de la experiencia como fuente de conocimiento. El positivismo a una estructura o sistema de carácter filosófico que está basado en el método experimental y que se caracteriza por rechazar las creencias universales y las nociones a priori. Desde la perspectiva de los positivistas, la única clase de conocimientos que resulta válida es el de carácter científico, el cual surge de respaldar las teorías tras la aplicación del método científico.

PROVISIONALIDAD: el conocimiento científico está sujeto a cambios, con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes. Todos los demás aspectos de la NdC apoyan la provisionalidad del conocimiento científico.

RACIONALISMO: escuela epistemológica que sostiene que el conocimiento tiene su origen en la razón, afirma que un conocimiento sólo es realmente tal, cuando posee rigor lógico y validez universal. Se afirma que existen ideas innatas, es decir que nacemos con ciertos contenidos, estructuras que son comunes en todos los hombres, esta escuela defiende las ciencias exactas, en concreto las matemáticas y dice que posee contenidos innatos, es decir, ya nacemos con conocimientos, solo tenemos que

"acordarnos" de ellos. Usa el método deductivo como principal herramienta para llegar al verdadero conocimiento.

RELATIVISMO: entiende a la ciencia como una actividad condicionada social e históricamente, llevada a cabo por científicos, que construyen conocimientos temporales y relativos, que cambian y se desarrollan permanentemente. Propone una visión de ciencia histórica y social.

SUBJETIVIDAD: la ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. La formulación de preguntas, las investigaciones y las interpretaciones de los datos se filtran a través de la teoría vigente. Ésta es una subjetividad inevitable, pero le permite a la ciencia progresar y permanecer consistente. El examen de las pruebas anteriores desde la perspectiva del nuevo conocimiento también contribuye al cambio en la ciencia.

TEORÍA: etimológicamente, "mirada". Es un conjunto estructurado de ideas abstractas que permiten explicar los fenómenos del mundo natural por referencias a entidades y procesos en gran medida "inventados", pero guardan relación compleja e interactiva con la realidad.

UNIDAD DIDÁCTICA: es una forma de planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad. Esta forma de organizar conocimientos y experiencias debe considerar la diversidad de elementos que contextualizan el proceso para regular la práctica de los contenidos, seleccionar los objetivos básicos que pretende conseguir, las pautas metodológicas con las que trabajará, las experiencias de enseñanza-aprendizaje, y los mecanismos de control del proceso de enseñanza-aprendizaje necesarios para perfeccionar dicho proceso.

RESUMEN

El propósito de esta investigación es caracterizar las concepciones sobre componentes de la NdC que tienen los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco, posteriormente diseñar y aplicar unidades didácticas que aborden componentes de la NdC, con el fin de determinar la incidencia de estas en la evolución de las concepciones de los estudiantes. Para tal fin se seleccionará de 10 a 13 estudiantes (11 a 13 años de edad), a los cuales se les aplicaran las dos unidades que abarcaran los componentes epistemológicos e históricos, basados en episodios históricos de la ciencia. Se utilizará, como instrumento de recolección de datos, videos y registros escritos de las ideas de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades, en donde se tomarán las descripciones de las diversas situaciones planteadas en el componente epistemológico e histórico. Al finalizar la aplicación de las unidades didácticas, se estudiarán los datos recolectados, mediante el análisis de datos para establecer si las concepciones de (NdC) han evolucionado, o por el contrario continúan igual.

PALABRAS CLAVES: Naturaleza de la Ciencia, Historia de la ciencia, concepciones de Naturaleza de la Ciencia, Unidades Didácticas, Enseñanza.

ABSTRACT

The purpose of this research is to characterize conceptions of NDC components that have the eighth graders of School Comfenalco Augusto E. Medina, then design and implement lesson plans that address components of the NdC, in order to determine the impact of these developments on the conceptions of students. To this end, selected from 10 to 13 students (11-13 years old), to which they will apply the two units that would cover the epistemological and historical components based on historical episodes of science. It will be used as a tool for data collection, videos and written records of students' ideas during the development of activities, where the descriptions of the various situations described in the epistemological and historical component is taken. After the implementation of the teaching units, the data collected through the analysis of data to establish whether conceptions (NDC) have evolved, or else continue to be studied well.

KEYWORDS: Nature of Science, History of Science, conceptions of Nature of Science, Teaching Units, Training.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	17
1. JUSTIFICACIÓN	20
2. OBJETIVOS	22
2.1 OBJETIVOS GENERALES	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	25
5. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	26
6. MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES	29
6.1 CUATRO PARADIGMAS	39
6.2 ¿QUÉ ES ESA COSA LLAMADA CIENCIA	44
6.3 INTRODUCCIÓN A LA NATURALEZA DE LA CIENCIA	53
6.4 MODELOS DE CAMBIO CIENTÍFICO ANNA ESTANY	56
6.4.1 Historia De La Revolución De La Química Por Anna Stany	58
6.4.2 Teoría De La Materia Y El Flogisto	58
6.5 LA TABLA PERIÓDICA NOS CUENTA SU HISTORIA	65
7. DISEÑO METODOLÓGICO	73
7.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	73
7.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES	74
7.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	82
7.4 FASES DEL DISEÑO MEDOLÓGICO	83

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	86
8.1 UNIDAD DIDÁCTICA: CONSTRUYENDO LA HISTORIA DE LA TABLA PERIÓDICA	86
8.1.1 Provisionalidad	86
8.1.2 Ciencia	90
8.1.3 Modelos Científicos	95
8.1.4 Esquemas de Clasificación	100
8.2 UNIDAD DIDÁCTICA: LOS CIENTÍFICOS CONSTRUYEN EXPLICACIONES: EL CASO DE “OXIGENO O FLOGISTO”.	105
8.2.1 Ciencia	105
8.2.2 Historia	109
8.2.3 Valores Y Estándares	113
8.2.4 Decisiones Científicas	116
8.2.5 Influencia De Los Individuos	121
8.2.6 Aproximaciones En Las Investigaciones	125
9. CONCLUSIONES	130
RECOMENDACIONES	136
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	137
ANEXOS	142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Unidad Didáctica: Los Científicos Construyen Explicaciones: El Caso De “Oxígeno O Flogisto”	75
Tabla 2. Unidad Didáctica: Construyendo La Historia De La Tabla Periódica	78
Tabla 3. Estructura de las cuestiones del COCTS	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Institución Educativa Augusto E. Medina De Comfenalco de Ibagué	26
Figura 2. Institución Educativa Augusto E. Medina De Comfenalco de Ibagué - Tolima	27
Figura 3. Muestra de estudiantes	82
Figura 4. Socialización UD	83
Figura 5. Actividades UD	83

INTRODUCCIÓN

Las problemáticas relacionadas con el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias, hasta el momento ha sido un tema de interés de la didáctica de las ciencias, ésta se ha centrado en la naturaleza de las ciencias (NdC), un componente esencial de la educación científica, pues facilita el aprendizaje de las mismas. La NdC es una reflexión de las ciencias en la que intervienen un conjunto de disciplinas como: la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia. A esto se añade otros significados como: a) La NdC es un conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica (Acevedo, 2008), b) El término “metaciencia”, construido por el prefijo griego *meta* (con el significado de “más allá”), pero en este caso la definición que más se ajusta a este trabajo corresponde a que es un metaconocimiento sobre la ciencia y la tecnología sus relaciones como producto de la integración de la epistemología, historia y sociología de la ciencia, pero con un valor netamente educativo (Adúriz 2001).

De igual forma los componentes a desarrollar en este trabajo son: el epistemológico e histórico, debido a que forman parte fundamental de la alfabetización científica, que proponen una reflexión sobre la naturaleza del conocimiento científico y su relación con el contexto a través de la historia, ya que contribuye a que los estudiantes se aproximen a una idea fundamentada acerca del carácter de cada una de las ciencias y como actividad humana dentro de su contexto, que es identificada y caracterizada en cada época (Gallego & Gallego, 2007), además de que la historia de la ciencia sirve como base para conocer e identificar cómo se estructuro el conocimiento científico y cómo evoluciona este a través del tiempo, es decir se utilizan episodios históricos para la enseñanza de la epistemología de la ciencia.

Por consiguiente, la NdC es esencial, puesto que su conocimiento adecuado permite la realización de análisis de las cuestiones tecnocientíficas, contribuye a mejorar las características y la calidad de las decisiones frente a estas cuestiones, además que

una mayor comprensión de la ciencia por parte de los estudiantes proporciona un mejor rendimiento en el aprendizaje de los contenidos y facilita la evolución conceptual. Igualmente, esta concede otros beneficios a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, según Driver et al. (1996) como: tener cierta idea de la ciencia y manejar objetos y procesos tecnológicos de la vida cotidiana, analizar y tomar decisiones bien informadas en cuestiones tecnocientíficas con interés social para apreciar el valor de la ciencia como un elemento importante de la cultura contemporánea, entender mejor las normas y valores de la comunidad científica que contienen compromisos éticos con un valor general para la sociedad, facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias científicas y el consiguiente cambio conceptual (citado por Acevedo, 2008, p.2).

Por otro lado, un obstáculo en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias son las creencias y actitudes de los estudiantes y profesores ante temáticas de la NdC, debido a que se presentan concepciones inadecuadas o alternativas de las misma, por lo tanto se busca crear estrategias para la enseñanza de los contenidos o aspectos de la misma, utilizando la organización de estas redes de contenidos que abarcan: los campos, cuestiones, aspectos e ideas de la NdC. Las estrategias planteadas son las unidades didácticas y actividades que comprenden las cuestiones de algunos aspectos de la NdC como los históricos y epistemológicos, con lo cual se espera que haya cambio en las concepciones para que se dé una mejor comprensión y aprendizaje de la ciencia.

En esta perspectiva, para el presente proyecto la problemática son las concepciones inadecuadas o desinformadas sobre la NdC que presentan los estudiantes de educación básica y el mejoramiento de la comprensión de la NdC, mediante instrumentos de intervención didáctica (unidades didácticas) con contenidos relacionados con componentes de la NdC, utilizando episodios históricos de la ciencia como el caso del flogisto y la historia de la tabla periódica, empleando un enfoque explícito reflexivo *“que recomienda afrontar el objetivo de la mejora de las creencias sobre NdC mediante la planificación en vez de esperar obtener un efecto como producto secundario”*(Acevedo, 2009). No obstante, se comprueba la efectividad de las

unidades didácticas, evaluando las concepciones antes y después de desarrollarlas, estableciendo si las concepciones de NdC han evolucionado, presentan un retroceso o por el contrario continúan igual, utilizando el método de análisis de contenido.

1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la educación se encuentra encaminada a la formación de científicos desde los primeros años de escolaridad, se trata de que aprendan lo que es necesario para la vida y puedan utilizarlo para solucionar problemas de la vida cotidiana, esto se evidencia en lo propuesto por los estándares básicos de ciencias naturales según el ministerio de educación nacional (MEN). A esto se añaden los lineamientos curriculares los cuales hacen énfasis en los referentes filosóficos y epistemológicos que se encargan, en primer lugar, de resaltar al valor del papel del mundo de la vida, en la construcción del conocimiento científico. En segundo lugar, se ocupa de analizar el conocimiento común, científico y tecnológico, la naturaleza de la ciencia y la tecnología, sus implicaciones valorativas en la sociedad y su incidencia en el ambiente y en la calidad de la vida humana.

Si se compara lo anterior con las propuestas existentes en la didáctica de las ciencias, sobre la introducción de “la naturaleza de la ciencia” (NdC) en la enseñanza, se evidencia que ambas tienen como objetivo lograr la alfabetización científica e introducir esté componente fundamental en la educación y lograr así una ciencia para todos (Lederman,1998), ya que esta facilita el aprendizaje de las ciencias, que consiste en saber que es ciencia y saber sobre las ciencias (¿qué son?, ¿cómo se elaboran?, ¿cómo cambia la ciencia con el tiempo?, ¿cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura?, entre otras) (Adúriz, 2005).

Por otro lado se analizan los resultados de las pruebas saber de los últimos años, los cuales proporcionan resultados en los que se demuestran que el departamento del Tolima se encuentra por debajo de la media nacional, que para el año 2012 fue de 44.60, donde el Tolima obtuvo un promedio de 43.83 en el área de ciencias naturales, igualmente en la institución educativa Augusto E. Medina de Comfenalco para el año 2013 se obtuvo en promedio en las asignaturas de física 52.57, biología 50.58 y química 55.32 (ICFES, 2012), con lo cual se evidencia que aún falta mejorar el proceso

de enseñanza – aprendizaje de las ciencias naturales, en donde se debe incluir de manera explícita reflexiva los componentes de la naturaleza de las ciencias, debido a que esta promueve la reflexión del estudiante y por ende una notable efectividad educativa, es decir mejora el aprendizaje de contenidos científicos como lo plantea García, Vázquez y Manassero (2012).

Paralelamente a esto, las investigaciones anteriores acerca de las concepciones de los estudiantes sobre la NdC muestran que estas son inadecuadas o levemente informadas (García, Vázquez & Manassero, 2012; Vázquez, Manassero & Talavera, 2010; García, Flores, Cid del Prado, 2010; Velásquez, 2009, Gutiérrez, 2009), lo cual se manifiesta en lo anteriormente dicho sobre los bajos rendimientos académicos que se reflejan en los resultados de las pruebas. Es por esta razón que se hace necesario en este proyecto cambiar las concepciones sobre la NdC por medio del desarrollo de unidades didácticas, donde se aborden los componentes epistemológico e histórico desde un enfoque explícito reflexivo, donde se planifiquen los objetivos, actividades y estrategias metodológicas (Cardoso & Morales, 2012), buscando así un mejor aprendizaje de la ciencia.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la incidencia que tiene el desarrollo de las unidades didácticas; los Científicos construyen explicaciones: el caso de “oxígeno o flogisto” y construyendo la historia de la tabla periódica, sobre los componentes epistemológico e histórico de la naturaleza de la ciencia en la evolución de las concepciones de la NdC en los estudiantes de la Institución Educativa Augusto E. Medina De Comfenalco.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las concepciones sobre los componentes epistemológico e histórico de las ciencias que tienen los estudiantes de grado 8° de la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco.
- Aplicar 2 unidades didácticas sobre la naturaleza de las ciencias que permita abordar los componentes epistemológico e histórico, para la evolución de las concepciones sobre la NdC en los estudiantes de grado 8° de la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco.
- Validar la eficiencia e implicaciones del modelo de las unidades didácticas sobre epistemología e historia de la ciencia en la evolución de las concepciones de NdC en los estudiantes de grado 8° de la institución educativa Augusto. E. Medina de Comfenalco.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática de la calidad en la enseñanza de la ciencia que se vive actualmente en Latinoamérica, especialmente en Colombia, es evidente de acuerdo a los resultados de las pruebas Pisa en 2009 de 65 países evaluados, Colombia ocupó el número 58, obteniendo 402 puntos en el área de ciencias y en el 2012 se ubica en el lugar 62, encontrándose por debajo del nivel de la organización para la cooperación y el desarrollo económico OCDE, con un puntaje de 399 (Eduteka, 2011;2014). También las pruebas SABER (realizadas a nivel nacional por el Ministerio de Educación) muestran claramente las deficiencias conceptuales en esta área, un claro ejemplo se encuentra en la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco, que en los últimos años no ha obtenido los mejores resultados en esta área, con ello se ratifica que la enseñanza de las ciencias se realiza de forma aislada, memorística, lineal y sin sentido para los estudiantes, como lo afirman las investigaciones realizadas por Acevedo (2008), en donde se indican las concepciones desinformadas sobre la (NdC) por parte de docentes y estudiantes.

A esto se añade que algunas investigaciones resaltan la importancia de indagar sobre la inclusión de la NdC en la educación científica, debido a que los logros alcanzados y la investigación realizada hasta el momento, no han calado aun de manera efectiva en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las ciencias, es por eso que son necesarias nuevas investigaciones que afronten las dificultades para integrarla en los currículos, el diseño y la evaluación de materiales didácticos para su enseñanza (Roig et al.2010), superando así los obstáculos que presentan en las creencias y actitudes de estudiantes y profesores ante temas de NdC y su enseñanza, pues al ser estas inadecuadas o desinformadas impiden una mejor comprensión de la ciencia.

De acuerdo a lo anterior se hace necesario el desarrollo de materiales didácticos como unidades didácticas, que permitan la evolución de las concepciones de la (NdC), que

se compone de ejes fundamentales como los define Adúriz (2005) son: el eje epistemológico que determina que es la ciencia y cómo se elabora, el histórico de cómo cambia la ciencia en el tiempo. El abordar la unidad con estos ejes, brinda la posibilidad de mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, y dar respuesta a la pregunta central.

¿Cuál es la incidencia que presenta el desarrollo de las unidades didáctica; los científicos construyen explicaciones: el caso de “oxígeno o flogisto” y construyendo la historia de la tabla periódica, sobre los componentes epistemológico e histórico de la NdC en la evolución de las concepciones de los estudiantes de la institución Augusto E. Medina de Comfenalco?

4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

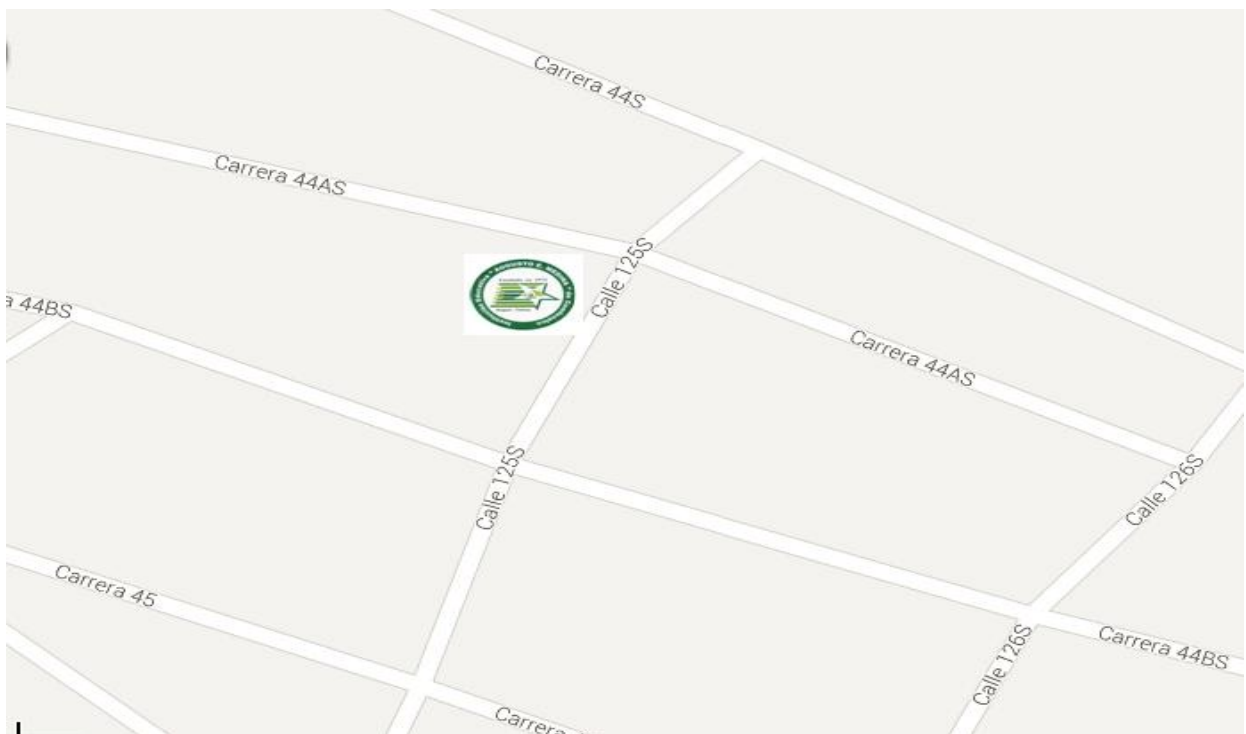
¿Cuáles son las concepciones sobre los componentes epistemológico e histórico de las ciencias que tienen los estudiantes de grado 8° de la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco?

¿Qué incidencia tiene la aplicación de dos unidades didácticas sobre epistemología e historia de la ciencia en la evolución de las concepciones de NdC en los estudiantes de grado 8° de la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco?

5. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

La institución educativa Augusto E Medina de Comfenalco es un establecimiento de carácter privado, creado por la Caja de Compensación Familiar de Fenalco Tolima, Comfenalco; que funciona en el calendario A, que presenta las intensificaciones de educación artística, en Bioma (ciencias y matemáticas), administración de software y hardware con un convenio del Sena; Se encuentra ubicada en la Calle 125 Entre Carreras 18 D Sur y 18 Bi Sur, en la Ciudadela Comfenalco, del municipio de Ibagué – Tolima (figura1), se encuentra en una altura de 1200 metros sobre el nivel del mar a una temperatura 25 y 28 grados centígrados.

Figura N°1. Ubicación de la Institución Educativa Augusto E. Medina De Comfenalco de Ibagué



Fuente Google maps 2014

El colegio presenta un infraestructura que cuenta con 37 salones de clase, 3 salas de sistemas, laboratorios: física, química, dos de biología, un aula inteligente, audiovisuales, coliseo, canchas: múltiples, sintética, arena, biblioteca, entre otros: presenta un capital humano que esta conformado por setenta docentes ,tres psicologas, una fonoaudiologa, tres bibliotecologos, los educadores se encuentran distriduidos en preescolar, básica primaria, básica secundaria y media, en el área de ciencias Naturales y educación ambiental esta formado por nueve docentes; la Institución cuenta con una totalidad de 1600 estudiantes (preescolar, primaria, secundaria y media), que presenta edades entre los 5 y 17 años, se tiene jornada única.

Figura 2. Institución Educativa Augusto E. Medina De Comfenalco de Ibagué - Tolima



Fuente: Google Maps 2014

La Institución plantea como misión “Ofrecer el servicio público educativo en los diferentes niveles de la Educación Formal a los beneficiarios de los trabajadores afiliados, haciéndolos partícipes de una educación integral de calidad y subsidiada fundamentada en el derecho constitucional”. (Tomado de la página de internet <http://colegiocomfenalcoibague.edu.co>).

Además la visión “en un lapso de cuatro (4) años será el más importante centro educativo del departamento en los niveles de preescolar, Básica y Media, con un alto grado de excelencia académica y formación integral dentro de los principios de libertad, autonomía, concertación y responsabilidad social. La estructura administrativa consolidará la participación en todos los niveles de organización garantizando una descentralización y delegación que permita la toma de decisiones para hacer ágiles los procedimientos”. (Tomado de la página de internet <http://colegiocomfenalcoibague.edu.co>).

6. MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES

Algunos de los aspectos que ha abordado con mayor interés la didáctica de las ciencias, es la de mejorar la enseñanza – aprendizaje de las ciencias naturales, mediante la implementación de las llamadas metaciencias a la enseñanza de las ciencias naturales (Adúriz, 2005), llamada la naturaleza de las ciencias (NdC) (Acevedo, 2008; Adúriz, 2005), además como lo expresa Adúriz (2005) es “una herramienta para mejorar la enseñanza – aprendizaje de los contenidos científicos”, y al mismo tiempo esta permite que los estudiantes “vinculen mejor los contenidos y formas de pensar de las ciencias con el conocimiento del sentido común”, igualmente, otros aportes prácticos para la mejora de la enseñanza de las ciencias naturales de la NdC según Adúriz (2005) son: la reflexión teórica sobre el conocimiento científico que se constituye en una producción intelectual valiosa que ayudan a superar los obstáculos en el aprendizaje; generan ideas, materiales, enfoques y textos para la enseñanza.

La idea principal de este trabajo surge a partir de las investigaciones realizadas a nivel local en el departamento del Tolima denominado “*concepciones de naturaleza de la ciencia (NdC) en profesores de educación media y universitaria de Ibagué*”, realizado por el grupo de investigación de didáctica de las ciencias de la maestría en educación, Universidad del Tolima (Cardozo, Chaparro, Erazo, Velázquez & Vázquez, 2009). Algunos de los estudios realizados son “*concepción de ciencia, naturaleza y tecnología en estudiantes de octavo semestre de la carrera de licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental de la universidad del Tolima*” (Velázquez, 2009), y “*concepciones de ciencia en estudiantes de 4° y 5° de la institución educativa colegio Hermann Gmeinner SOS de Ibagué*” (Gutiérrez, 2009), los cuales concluyen que las concepciones “*son erradas, al considerar la ciencia como una simple recolección de datos, estudios de fenómenos y realización de experimentos, lo que constituye una gran dificultad en la renovación de la educación científica y tecnológica*” (Velázquez, 2009), igualmente se determina que “la visión que tienen los

estudiantes sobre la ciencia es de orden positivista al reiterar el papel central de los experimentos y, especialmente la observación en la construcción del conocimiento científico válido”, con ellos se verifica que en el ámbito educativo no se tiene una comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y por tanto se ve la necesidad de buscar estrategias y mecanismos de incorporarla dentro de la enseñanza de la ciencia.

Los estudios realizados por Cardozo, Chaparro & Erazo (2006) muestra “los planteamientos teóricos y los resultados de las principales investigaciones sobre las concepciones de naturaleza de la ciencia entre los docentes y su incidencia en la enseñanza de las ciencias y en la denominada alfabetización científica”, donde se analiza las diferentes visiones de ciencia que presentan los docentes, las cuales son de tipo positivista en su mayoría, reduccionista, empirista, atórica, ahistórica y ecléctica, que se ven reflejados en su práctica pedagógica, debido a que las creencias orientan las acciones del profesor.

Por otro lado, en el contexto iberoamericano, los trabajos realizados por García, Vázquez y Manassero (2012) hacen una investigación sobre la comprensión de estudiantes y profesores respecto a la naturaleza de la ciencia y exponen las dificultades y obstáculos más representativos a la hora de la enseñanza de la ciencia, además concluyen la importancia de la historia y la filosofía para alcanzar el conocimiento de la NdC y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias, puesto que estas son escenarios para construcción del conocimiento científico y lo conecta con su contexto histórico y social. Una de las estrategias propuestas en este trabajo es la realización de actividades de escrituras reflexivas que tienen como base lecturas sobre historia de la ciencia. Asimismo se resalta en esta investigación la transposición didáctica y el conocimiento del contenido didáctico del profesor al momento de enseñar los contenidos científicos, cabe señalar que respecto a la comprensión de la NdC por parte de los estudiantes continua siendo de corte absolutista – empirista, a esto se añade que la visión de ciencia es basada en la certeza y la objetividad, teniendo en cuenta que en la visiones de ciencia no interfiere solamente la enseñanza, sino también

aspectos relacionados como los medios de comunicación, los niveles socioeconómicos y culturales.

Prosiguiendo con el tema, otro de los trabajos que resalta las actitudes y creencias de los estudiantes sobre la NdC, es el elaborado por Vázquez, Manassero y Talavera (2010), quienes destacan que un obstáculo en la enseñanza de las ciencias son las visiones de ciencia de los estudiantes y profesores, ya que estos no presentan una adecuada comprensión de la NdC y por lo tanto es necesario incluirlo en el currículo educativo por “múltiples razones (cognitivas, de comprensión, utilitarias, democráticas, culturales, axiológicas), pero sin duda la razón más global es la finalidad de lograr una educación en ciencia y tecnología de calidad, que promueva la alfabetización de estas para todos” (Vázquez, Manassero y Talavera, 2010).

A continuación, se hablará de estudios realizados sobre las concepciones de los profesores y las perspectivas de enseñanza sobre la NdC, dentro de los cuales se destaca “*estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado*” (García, Vázquez y Manassero, 2011), este muestra de manera general que la mayoría de los profesores tienen creencias sobre la NdC de tipo: tradicional, positivista e idealista. Piensan que la ciencia es un cuerpo de contenidos que tienen que ver con la biología, la física y la química, dejando de lado los metaconocimientos de la ciencia (epistemología e historia), de la misma manera se debe incluir la filosofía y la historia en la formación de los futuros docentes de forma explícita y reflexiva, para obtener una visión adecuada de la NdC y lograr prácticas de enseñanza efectivas.

Además de encontrar lo expuesto por Abd-El-Khalick & Lederman (1997) en “*The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural*”, el objetivo de este estudio es identificar las concepciones de la NdC de los profesores en formación en la planificación y práctica en el aula, argumentan que los factores que afectan las concepciones son: la poca importancia a la instrucción de la NdC, incomodidad con su propia comprensión de la NdC, la falta de recursos y la experiencia

para enseñar la NdC, entre otras. La conclusión a la que se llega es que los estudiantes y docentes no son coherentes en sus puntos de vista con las concepciones contemporáneas.

Agregando a lo anterior, encontramos la investigación de De la Fuente (2010), cuyo objetivo es explorar las ideas sobre epistemología de la ciencia en docentes del área de ciencias naturales de básica secundaria, en la cual dio como resultado que la mayoría tiene una tendencia positivista de la ciencia, también se encontró una postura relativista o alternativa que sostiene que el conocimiento científico es una aproximación tentativa y parcial a la realidad, que está sujeta a los cambios que ocurren con el tiempo y el contexto, añadido a esto se encontró una perspectiva cercana al constructivismo que considera el conocimiento científico como una construcción tentativa del sujeto para hallar explicaciones sobre el mundo, y una última postura instrumentalista en donde el conocimiento científico es válido si es útil para las explicaciones. Por último se puede concluir que los docentes presentan una epistemología singular donde incorporan las distintas perspectivas anteriormente mencionadas.

Consideremos ahora, la publicación de Cuellar, Quintanilla y Marzábal (2010) *“la importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación”*, el propósito de este estudio es analizar y valorar la importancia concedida a la historia de la química en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que esta se proyecta como: una “ciencia dinámica y progresivamente mutable, de los conceptos, modelos y teorías científicas que constituyen el entramado de la química que terminan siendo sustituidos por otros, y que los marcos ideológicos que fundamentan el conocimiento en cada época sufren igualmente un proceso de cambio conceptual o paradigmático natural, sistemático, continuo e irreversible, que puede ser comprendido a la luz de ciertos principios teóricos y caracterizado con criterios metodológicos específicos”(Toulmin, 1977; Cuellar, Quintanilla y Marzábal, 2010). Por lo anterior, se espera que la enseñanza de la historia de la química sea una herramienta para enseñar la NdC,

donde se evidencia los aspectos como: innovación, evolución, juicio e intervención y establecer relaciones con la epistemología de la ciencia.

Por otra parte, encontramos los aportes otorgados por el proyecto iberoamericano multidisciplinar: *“enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT): una investigación experimental y longitudinal”*, que tiene como objeto afrontar la problemática educativa con respecto a la enseñanza y aprendizaje de la NdCyT, es decir mejorar las concepciones de estudiantes y profesores por medio de instrumentos de intervención didáctica que se aplicaran en distintos contextos, cuyos resultados evaluarán la eficacia de los instrumentos y método de enseñanza explícito reflexivo; lo que se aporta a este proyecto de investigación es la disponibilidad del material didáctico, que para este caso es la unidad didáctica llamada: *“los científicos construyen explicaciones: el caso de “oxígeno o flogisto”*.

Desde otro punto de vista, el artículo de Callejas, Mendoza y Porras (2012), presenta dos unidades didácticas como instrumento de intervención para mejorar la comprensión sobre NdCyT, la metodología que se utiliza es la explícita reflexiva, ya que esta podrá ser más efectiva si se planea de forma coherente con contenidos relacionados con la NdCyT, que traen como consecuencia que los estudiantes tomen una actitud consciente frente a las acciones de la actividad científica. Agregando a lo anterior, estudios realizados por Cardoso y Morales (2012) *“unidad didáctica para la enseñanza de un tópico de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en profesores de ciencias en formación de la universidad del Tolima (UT) – Colombia, en el marco del proyecto EANCYT”* y *“una unidad didáctica sobre la carga teórica de las observaciones, un tópico de la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en profesores de ciencias en formación de la universidad del Tolima (UT) – Colombia, en el marco del proyecto EANCYT”*, estas se basan en la presentación de una unidad didáctica sobre la carga teórica de la ciencia, a partir de un enfoque explícito reflexivo en donde se especifican los objetivos, las actividades, estrategias metodológicas y evaluación de la unidad con base en el cuestionario de opiniones de ciencia, tecnología y sociedad (COCTS).

Dentro del contexto internacional, encontramos otras investigaciones de Abd-El-Khalick & Lederman (2000), estas se caracterizan por identificar las concepciones de la NdC, de los futuros profesores, para plantear la elaboración o estructuración de un curso que tiene como objeto mejorar la comprensión de la misma, el propósito de este trabajo es ayudar a los estudiantes a desarrollar la comprensión adecuada de la NdC, el cual es uno de los objetivos de la educación científica, además se resalta la adopción de un enfoque explícito, utilizando elementos de la historia y filosofía de la ciencia.

Otra publicación es la realizada por Clough (2010), haciendo referencia a la historia en el tratamiento de contenidos científicos que permitan llamar la atención de los estudiantes hacia la NdC, la propuesta en este trabajo es el de crear cuentos cortos sobre historia de la ciencia para la divulgación de la ciencia y así lograr impacto en las actitudes de los estudiantes frente a la ciencia y una mejor comprensión del contenido científico, además se resalta el papel de la historia en la instrucción efectiva de la NdC, la intención es que a través de esta se busca humanizar la ciencia, la precisión y la eficacia en enseñar las importantes ideas de la NdC, para que de esta manera se pueda lograr que las personas consideren estudiar carreras científicas.

Al lado de estas investigaciones, se encuentra *“The nature of science in science curricula: Methods and concepts of analysis”* (Ferreira & Morais, 2011), la cual fundamenta su idea en incluir dentro del currículo educativo portugués la NdC, para lograr la alfabetización científica de los ciudadanos, para ello se debe tener claro los componentes epistemológicos e históricos, que deben ser conocidos y divulgados por el ministerio de educación y por los docentes llevándolos a la práctica educativa, en donde se debe tener claro la pedagogía de Bernstein. Por tanto, es necesario mejorar el proceso educativo con la incorporación de los componentes de la NdC, ya que los estudiantes no presentan una adecuada visión de la NdC (Acevedo, 2008) o presentan concepciones desinformadas. Para el presente proyecto es relevante la introducción de elementos de la NdC, como lo es la historia y la epistemología de la ciencia; debido a que estos ejes contribuyen a comprender mejor las ciencias y su funcionamiento; del

mismo modo con el fin de mejorar la comprensión de la ciencia es necesario poner en práctica la NdC en la enseñanza.

De igual forma se requiere de una formación apropiada para la transformación adecuada de estas concepciones, la cual debe presentar la utilización de un enfoque en el desarrollo de la enseñanza, para tal fin se presentan dos enfoques generales para la enseñanza de la NdC, los cuales son el enfoque implícito y explícito (Acevedo, 2009), en este caso utilizaremos el segundo, teniendo en cuenta que este mejora las creencias sobre la NdC mediante “la planificación en vez de esperar obtener un efecto como producto secundario” como lo plantea Acevedo (2009), incluso este camino permite orientar la enseñanza hacia diversos aspectos de la NdC, utilizando distintos elementos como la historia de la ciencia, para la comprensión de la NdC, que mediante el enfoque explícito y reflexivo se puede conseguir mejor comprensión con debates de reflexión dirigida y ayuda a la solución de problemas que presentan los estudiantes como: el malestar con los puntos de vista de diversos escenarios históricos, descarte de las teorías antiguas como conocimiento erróneo; incómodos con el papel de algunos científicos del pasado, no aprecian las condiciones sociales y el pensamiento de la época (Acevedo, 2009).

El enfoque explícito reflexivo resalta el conocimiento de los estudiantes sobre algunos aspectos de la NdC relacionados con la actividad de ciencia, además permite la reflexión sobre esas actividades que abarcan aspectos de la NdC, como la historia de la ciencia que son un enfoque para mejorar las concepciones de la NdC, los cuales podrían ser incluidos con la aplicación de estrategias de enseñanza como: preguntas, actividades de síntesis, redacciones escritas sobre soluciones a cuestiones de la NdC, actividades de investigación, lecturas extraídas de la historia de la ciencia, entre otras que permitan la evolución de las concepciones sobre la NdC (Acevedo 2009).

Por otro lado, algunos estudios como: *“la NdC ambientada en la historia de la ciencia”* (Adúriz, 2009) propone contextualizar la NdC en episodios de la historia de la ciencia seleccionados por su valor educativo, sumado a esto la historia de la ciencia ayuda a

las reconstrucciones racionales como telón de fondo para la reflexión y discusión acerca de los nuevos contenidos, los objetivos de la investigación son los de otorgar a la historia de la ciencia un papel específico y distinto en la NdC, es decir contextualizar la reflexión sobre la misma, además de pretender discutir unidades didácticas utilizando la ambientación con la historia de la ciencia, esto indica utilizar episodios paradigmáticos de la historia de la ciencia para enseñar la NdC, la visión de la ciencia como una actividad profundamente humana.

Agregando a lo anterior, otras investigaciones realizan aportes sobre la selección de contenidos para enseñar la NdC como es el caso de la investigación realizada por Vázquez y Manassero (2012), la cual incluye una exploración a los contenidos para la enseñanza de la NdC y aclarar los contenidos a enseñar, mediante propuestas de consensos provenientes de investigaciones didácticas, donde se incluye una lista de características del conocimiento científico como: la provisionalidad, el fundamento empírico del conocimiento, el conocimiento parcialmente subjetivo, conjunto de teorías y leyes, y un conocimiento empapado social y culturalmente, según Lederman (2002).

Posteriormente se revisan las concepciones sobre la NdC más compactas, sistemáticas y comprensibles, además de un consenso sobre las concepciones inadecuadas, ingenuas (Mc Comas, 1998) o visiones deformadas (Fernández et al, 2002), sumado a esto se exponen las propuestas de consensos provenientes de análisis empíricos y de COCTS, el cual se utiliza como instrumento de evaluación y diagnóstico de las concepciones; allí examinan cuestiones como: definiciones de ciencia y tecnología, relaciones, epistemología de la ciencia, influencia de la sociedad en la ciencia y la tecnología, influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad, educación en ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia y la tecnología.

Por otro lado, se hace una revisión a investigaciones como *“unidades didácticas para aprender sobre la NdC y la tecnología en educación básica”* (Callejas, Mendoza y Porras, 2012), la cual tiene como objetivo mejorar la comprensión sobre NdCyT en

estudiantes de 12 y 15 de años de grados 6° y 9°, mediante la utilización de unidades didácticas como instrumentos de intervención, con un enfoque explícito reflexivo.

Aunque se está empezando a investigar sobre la aplicación de instrumentos didácticos para el mejoramiento de la comprensión sobre la NdC, son necesarias nuevas investigaciones que abarque y ahonden en los aspectos de la NdCyT y aporten al proceso de integrar estos aspectos a la enseñanza de las ciencias. Igualmente la investigaciones buscan la enseñanza con calidad de la NdCyT, utilizando una metodología con diseño experimental pre- test, post-test con un grupo control, aplicando un tratamiento al grupo experimental que consiste en la enseñanza de un rasgo de la NdCyT, mediante la aplicación de una unidad didáctica, empleando el COCTS como instrumento de evaluación de las concepciones antes y después de la aplicación de las unidades didácticas.

Agregando a lo anterior se llega a la conclusión que estas investigaciones dan como resultado que el diseño de unidades didácticas como instrumentos para mejorar la comprensión de la NdCyT facilitan que los profesores resalten la importancia del aprendizaje en estos aspectos y propicien la reflexión sobre las acciones de la actividad científica, lo cual permite mejorar las concepciones sobre la NdCyT.

De igual modo, los estudios realizados por Martínez (2009), trae como tarea el diseñar una propuesta didáctica, que tiene como ejes fundamentales las perspectivas epistemológica e histórica que permite que los estudiantes comprendan e identifiquen los problemas y el trabajo que realizan los científicos, que implica descubrir los obstáculos que se presentaron en la elaboración de la tabla periódica y la cantidad de científicos que participaron en su evolución. Esta investigación permitió que los educandos comprendieran que cualquiera de ellos puede ser científico, que se necesita de perseverancia y paciencia para encontrar la solución en cada situación en donde el contexto de cada época influye en su labor y de esta manera tener un aprendizaje significativo.

Otro trabajo importante de la introducción de la historia de ciencia en educación científica es la *“aplicación del modelo de Stephen Toulmin al estudio de la evolución del concepto de la ley periódica”* (Camacho, Quintanilla, Cuellar y García, 2008), donde se utilizan episodios históricos, reconociendo así la importancia de la historia de la ciencia y su enseñanza como una necesidad de proponer nuevas actividades educativas, para contribuir a la actividad científica escolar y a la ciencia como actividad humana de educación, innovación, evaluación y aplicación, aquí se propone la utilización del modelo Stephen Toulmin (1977) para hacer un análisis histórico del cambio científico y cambio conceptual, es decir comprender como se construye el conocimiento científico en un determinado momento histórico y cuáles son las herramientas conceptuales y metodológicas.

De igual forma en este estudio se tiene en cuenta el modelo de cambio científico, el cual ayuda a comprender el desarrollo histórico y evolutivo de las ciencias, además de considerar criterios que intervienen en la selección de variantes conceptuales, en donde se destacan los factores internos, factores externos, contextos, situaciones y problemas que enfrentan los científicos a la hora de proponer sus teorías, las cuales determinan su acción dependiendo de su juicio personal, la comunidad y los contextos. Igualmente la aplicación de este modelo plantea tres maneras de representar el proceso histórico del cambio conceptual: transversal, longitudinal y evolutivo, en este trabajo se resalta el evolutivo en el tema de la “ley periódica”, pues de esta manera ayuda a analizar el cambio conceptual, que en una etapa son activos de debate e innovación.

Para demostrar dicha evolución de los conceptos científicos se deben tener en cuenta los argumentos de: innovación, selección intelectual y variación conceptual, se establece que el cambio conceptual de ley periódica es una actividad colectiva, en búsqueda de la solución de un problema, en este caso la organización de los elementos químicos, reconociendo las consideraciones intelectuales relevantes. Las conclusiones a las que llega este estudio son: una mejor enseñanza de la química y la historia de la ciencia, permite que haya una interpretación de cómo se construye el

conocimiento científico, asimismo conocer la dinámica progresiva de la comunidad científica, en donde se conoce como se formulan los conceptos.

6.1 CUATRO PARADIGMAS BASICOS SOBRE LA NdC

Según Vázquez, Acevedo y Manassero (2001), a continuación, se describirán cuatro visiones que se presentan sobre la ciencia: el positivismo, el realismo, el instrumentalismo (pragmatismo) y el relativismo. “Un paradigma está formado por un conjunto de supuestos muy generales sobre el mundo y la forma de estudiarse, es decir los métodos” (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001), estas servirán como base para analizar las concepciones de manera coherente, general y mejorar la enseñanza de la NdC, que aportan a las tres vías de investigación como lo son: la historia de la ciencia, la reflexión filosófica y la sociología de la ciencia, ya que es necesario cambiar la tradicional enseñanza de la ciencia, pues esta se limita al saber enciclopédico de los hechos, conceptos y principios, es por eso que surge la NdC que busca una alfabetización científica para todos los ciudadanos, pero que no se ha logrado debido a las concepciones inadecuadas de ciencias que presentan estudiantes y profesores.

En primer lugar, se explicara algunos de los aspectos del positivismo, el cual surge en la escuela de Berlín y el famoso círculo de Viena, se desarrolló en los años 30 y finales de los años 50 (finales del siglo XX), este consistió en formar un proyecto que tenía como fin la elaboración de la enciclopedia para la ciencia unificada, donde se implementaron procesos de reducción de las teorías, uno de ellos es “una teoría científica suficientemente probada extiende su campo de acción a otros fenómenos, reduciéndolos a sus propios términos y marco teórico” y una segunda dice “la inclusión en una teoría científica más amplia de otras que estaban bien establecidas y aceptadas en sus propios dominios” (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001), además de utilizar la filosofía de la ciencia para construcción lógica de esta.

Las ideas básicas del positivismo son: la verificación (falsabilidad), el cultivar en exceso la observación, es contrario a la causación, no da suficiente importancia a las

explicaciones científicas, se opone radicalmente a la metafísica. En cuanto a la ciencia, esta codifica y anticipa la experiencia, además concibe el método científico como único y válido para lograr el conocimiento, basado en observaciones, medidas y sucesos, algunas de las características de este paradigma se evidencia en algunas concepciones sobre la NdC de estudiantes y profesores, dejando de lado las visiones adecuadas sobre ciencia como: que la ciencia no tiene un solo método científico, que subsisten diversas maneras de abordar una realidad determinada y que esta depende de la naturaleza del objeto de estudio.

A esto se añade que se concibe la teoría verdadera como la mejor contrastada y la que se ajusta a los datos observacionales, es decir que por medio de las observaciones se llega a la verdad, pero a través de los estudios e investigaciones realizadas se cree que la observación no proporciona un camino seguro al conocimiento, por que este se define de acuerdo con los marcos teóricos actuales. En conclusión el positivismo está marcado por “el inductivismo ingenuo, reduccionismo cientifista y plantea el conocimiento científico como único válido, objetivo y verdadero”

Seguidamente se describirá otro paradigma llamado “relativismo”, que se originó en el siglo XX por Popper y otros, Toulmin (1953) hace un análisis de la filosofía de la ciencia, buscando ir más allá de la imagen estática de las teorías científicas, mirando el proceso de constitución y desarrollo de estas desde un punto de vista evolucionista e instrumentalista, el cual determina la importancia de la historia de la ciencia y el contexto para la epistemología de la ciencia. Igualmente otro de los representantes de este paradigma es Kuhn, el propone las estructuras de las revoluciones científicas e igualmente resalta la importancia del papel de la historia de la ciencia para el estudio de la metodología científica, concibe la ciencia como una actividad humana y social, donde intervienen aspectos personales como los intereses y creencias del investigador, así como los aspectos del contexto (sociales, relacionales, políticos), los cuales influyen en la generación del conocimiento científico. Igualmente el relativismo se opone al positivismo, en cuanto a que “las afirmaciones sobre el mundo no provienen exclusivamente de los datos observacionales, debido a que también contiene una

carga teórica unida a la observación, además del carácter convencional de las pruebas empíricas y la observación supone convenciones que no son ni verdaderas o ni falsas”

Por otro lado, el relativismo determina que la metodología y la teoría no están entrelazadas de forma inseparable y que las teorías científicas no pueden ser unidades básicas para el estudio del progreso científico, debido a que estas cambian con el tiempo, además los acontecimientos históricos más interesantes son aquellos en los que se producen cambios que guían la investigación científica, resaltando de esta forma el papel de la historia en el estudio del progreso de la ciencia. De igual modo se plantea el “paradigma rival”, el cual surge de una anomalía que se origina de problemas que se resisten a ser solucionados, observaciones que no se pueden explicar, lo cual genera una crisis de paradigma donde inicia la ciencia extraordinaria o revolucionaria.

Kuhn propone entonces las “revoluciones científicas”, debido a los cambios drásticos de paradigma y establece que no hay un lenguaje universal para la ciencia, y que por tanto se debe dar una interpretación y comprensión de las teorías rivales al presentarse una crisis de paradigma. Sumado a esto propone que desde la historia de la ciencia se pueden obtener los principios normativos y evaluativos de la ciencia, para poder considerar una teoría rival mejor o peor que la otra, además Kuhn rechaza los fundamentos universales para evaluar el conocimiento científico, su cambio y progreso no es acumulativo, con estas afirmaciones se hace de nuevo una oposición al paradigma positivista.

Otro paradigma a resaltar en las visiones de ciencia es el “realismo”, el cual se basa en la existencia de algún tipo de correspondencia entre creencias sobre el mundo y este mismo, uno de sus mayores representantes son Karl Popper con su racionalismo y realismo crítico, donde se dice que las “descripciones del mundo hechas por la ciencia, deben tener correspondencia con el propio mundo natural”, es decir el propósito de la ciencia es buscar teorías verdaderas, pues el único camino válido para el conocimiento es la ciencia. Popper describió unos niveles de apoyo empírico de una teoría, los cuales se basaban en la adaptación de estas a los fenómenos, a las predicciones

sorprendentes, las teorías que explican fenómenos de rango más amplio son elegidas y las teorías que hacen una explicación única de un fenómeno.

El progreso científico para este paradigma es el que halla la mayor generalidad de las teorías, además se hace una distinción entre la teoría y la práctica, sumado a esto se establece una diferencia entre las teorías observaciones y las teorías teóricas, en las que las primeras se caracterizan por ser seguras y falsables y las segundas por ser más dudosas. Por otro lado el paradigma realista describe la posición frente a la falibilidad del conocimiento, determinando que toda teoría será superada por otra, asumiendo que toda teoría es falsa, o desde un segundo planteamiento se dice que “todo protocolo observacional presupone algún subconjunto de la teoría vigente” (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2001), es decir que la observación va ligada a algunos elementos de la teoría que predomine en el momento.

El realismo hace referencia a dos aspectos de la falibilidad que son: la conmensurabilidad y la aceptación, en donde la primera hace referencia a que la falsación de una hipótesis y las reglas, sirven para seleccionar teorías con razonable estabilidad y como criterio de demarcación. Igualmente el segundo aspecto dice que una teoría es aceptada si está bien explicada y justificada, además de existir correspondencia entre las ideas y el mundo. A esto se añade que el realismo se caracteriza por una rigidez al falsacionismo, determinando que la ciencia es una sucesión de teorías que convergen aproximándose cada vez más hacia la verdad, así como la aceptación de una teoría está determinada, si la mayoría de sus elementos representan aspectos del mundo.

Otro último paradigma es el pragmatismo, en donde uno de sus principales representantes es Pierce en el siglo XIX, los planteamientos de este paradigma es la verdad y el método, es decir la verdad es lo que el método científico establece y determina la objetividad científica. A esto se añade aspectos como el papel de la comunidad científica en los acuerdos, además del progreso científico que es una proximidad a los fines de la ciencia y se da cuando se producen mejores teorías y más

fiables, al lado de esto se establece el método de investigación, el cual puede igualmente evolucionar y crecer, construyendo nuevas formas de razonamiento.

Hay otros aspectos a resaltar en este paradigma, como las teorías las cuales se definen como herramientas para organizar la descripción de los fenómenos y hacer inferencias, asimismo se describe la ciencia como un instrumento cuyo objetivo es producir teorías capaces de superar contrastes empíricos para que estas sean fiables, además de ser un conocimiento sobre el mundo de la naturaleza funcional que se rechaza o se sostiene de acuerdo a la fecundidad de su descripción, a su vez se hace un planteamiento sobre la ciencia, determinando que no es el único camino válido para el conocimiento.

Por otra parte el pragmatismo propone aspectos muy importantes sobre la visión de ciencia, ya que el progreso de esta se determina como no lineal, relativo y con pérdidas a diferencia de los paradigmas anteriores, otra de su visión de ciencia es que la finalidad de la ciencia es cambiante y relativa, igualmente la selección de una teoría se hace de manera provisional, ya que esto define que ha superado contrastaciones más importantes en un momento histórico, pues los cambios en la ciencia se dan de forma evolutiva, gradual y continua, es por eso que no se da por definitiva una teoría científica.

Otra parte el paradigma pragmático, define la verdad de la ciencia como aquella que es capaz de hacer descripciones del mundo observable correctamente o no, pues estas descripciones pueden ser verdaderas o falsas dependiendo de cómo lo expliquen, agregando a lo anterior este paradigma científico no considera las reglas metodológicas como simples convenciones, sino en el mismo nivel de las teorías científicas.

Es así como al describir estos cuatro paradigmas de la ciencia se resalta la importancia de introducir la epistemología de la ciencia en la enseñanza de la ciencia, pues así los alumnos alcanzaran una comprensión adecuada de la NdC en el marco de

la educación científica, además de conocer algunos consensos sobre la NdC, en los que se destaca la finalidad de la ciencia sobre adquirir conocimiento sobre el mundo físico, igualmente la ciencia pretende describir el orden fundamental del mundo de la forma más simple y comprensiva posible, al mismo tiempo la ciencia es cambiante, dinámica y provisional, por último en la ciencia no existe un único método científico, es por eso que se hace una reflexión de los aspectos epistemológicos de la ciencia para una mejor comprensión de la NdC.

6.2 ¿QUÉ ES ESA COSA LLAMADA CIENCIA?

Como lo plantea Chalmers (1990), en este texto se da una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos, en primer lugar se hace una descripción del inductivismo, en el cual la ciencia se define como un conocimiento derivado de los hechos de la experiencia, en esta corriente filosófica el conocimiento científico es probado, “las teorías científicas se derivan de algún modo riguroso, de los hechos de la experiencia adquiridos mediante la observación y la experimentación”, es decir la ciencia se basa en los sentidos y en la experiencia, es objetiva y fiable al ser probado.

Esta corriente tiene sus orígenes como consecuencia de la revolución científica en el siglo XVII, donde sus representantes fueron Galileo y Newton, grandes experimentadores, considerando así la experiencia como fuente del conocimiento, una ciencia basada en hechos, a esta visión popular de la ciencia se le denomina “inductivista ingenua”, esta concepción considera que la ciencia comienza con la observación, donde el observador debe estar libre de prejuicios mediante la utilización de sus sentidos, es decir comprueba la verdad utilizando directamente sus sentidos.

Las leyes y teorías que forman el conocimiento científico son afirmaciones generales o enunciados universales que se caracterizan por que se refieren a todos los acontecimientos de un determinado tipo, en todos los lugares y en todos los tiempos, pues en la ciencia inductivista se puede generalizar a partir de una lista finita de enunciados observacionales singulares, es decir de una lista finita de enunciados

singulares a la justificación de un enunciado universal, lo cual se denomina “razonamiento inductivo”.

De igual forma el inductivista considera que el conjunto de conocimiento científico se construye mediante este proceso de inducción desde la base segura que da la observación, además del aumento en el número de hechos determinados en la observación y la experimentación, pues mediante estas la ciencia alcanza una de sus características; que es explicar y predecir. La historia inductivista de la ciencia expone que la ciencia empieza a través de la observación de los hechos adquiridos, luego esta pasa por el proceso de inducción formándose las leyes y teorías, las cuales pasan por una mayor generalidad y alcance (deducción), después de esto un científico a partir de leyes y teorías universales puede extraer de ellas diversas consecuencias para dar explicaciones y predicciones (razonamiento deductivo).

De otro lado, la predicción y la explicación en el inductivismo, son una forma de describir el funcionamiento de las leyes y teorías como herramientas explicativas y predictivas de la ciencia, para este proceso la fuente de la verdad no es la lógica, sino la experiencia, que mediante la observación y la inducción se hace posible deducir de ellas la predicción permitiendo que las deducciones proporcionen una explicación de los hechos observados. Otra característica del inductivismo es la descripción del método científico, hecha por un economista del siglo XX, esta se ajusta a las concepciones del inductivista de la ciencia, su proceso se propone de la siguiente manera: primero, se observa y registran los hechos, después se analizan, comparan y clasifican los hechos anteriormente observados y registrados. En tercer lugar se hacen generalizaciones inductivas, luego la investigación hace un proceso deductivo e inductivo, utilizando inferencias realizadas a partir de generalizaciones realizadas anteriormente.

Además de esto, otro rasgo del inductivismo sobre el carácter de la ciencia es su poder explicatorio y predictivo, su objetividad y su fiabilidad. En primer lugar la objetividad de la ciencia se deriva del hecho de que la observación y el razonamiento inductivo son

objetivos, pues no se permite que en ellos se introduzca ningún elemento personal o subjetivo. En segundo lugar la fiabilidad de la ciencia se deriva de las afirmaciones acerca de la observación y la inducción, debido a que la verdad de estos enunciados se puede determinar haciendo uso directo de los sentidos y por lo tanto son seguros y fiables. Igualmente esta fiabilidad de los enunciados observacionales se transmite a las leyes y teorías que se derivan de ellos, además estas se justifican inductivamente a partir de la base segura que proporciona la experiencia.

Ahora bien, ya descritas algunas de las características del inductivismo ingenuo, se continuara con la exposición de algunos de los problemas de la inducción, en primer lugar la postura inductivista propone una exigencia extrema de que todo conocimiento se derive de la experiencia mediante reglas de inducción, además el principio de inducción presenta una desventaja en la exigencia de que se realice un gran número de observaciones en una amplia variedad de circunstancias, pues no se determina cuantas observaciones constituyen un gran número, este planteamiento se ve amenazado cuando se mira con detalle la exigencia de que se efectúen las observaciones en una amplia variedad de circunstancias, es entonces necesario cuestionar cuantas variaciones serán necesarias para hacer valida una inferencia inductiva o que variaciones son realmente significativas en la observación, es por eso importante aceptar que la teoría desempeña un papel significativo antes de la observación.

Otra crítica al inductivismo es la postura de que el conocimiento científico es conocimiento probado, ya que el conocimiento científico no es conocimiento probado, sino conocimiento probablemente verdadero. Además de esto se resalta el juicio hecho a las predicciones de la postura inductivista, por su idea de que la ciencia se preocupa de elaborar un conjunto de predicciones individuales y no de enunciados generales complejos. Sumado a esto, las teorías científicas y los enunciados universales están inmersos en la probabilidad de que tenga éxito en una predicción.

Por otro lado, en la concepción inductivista, la observación cuidadosa y objetiva juega un papel importante en la construcción del conocimiento científico, la ciencia comienza a partir de esta, proporcionando una base segura del cual se deriva el conocimiento científico, pero en esta postura no se tiene en cuenta la experiencia visual que tiene un observador cuando ve un objeto, ya que está determinada por la experiencia pasada, su conocimiento y sus expectativas, debido a que lo observado por un sujeto resulta afectado por su conocimiento, su experiencia y en general el estado interno de la mente del observador, lo cual depende de la educación cultural.

Agregando a lo anterior, los enunciados observacionales en los planteamientos inductivista presuponen la teoría, según estos, la base de las leyes y teorías que forman la ciencia está constituida por enunciados observacionales públicos y no por las experiencias subjetivas de los observadores. Para el inductivismo ingenuo los enunciados observacionales son entidades públicas, formuladas en un lenguaje público que soportan las teorías con diversos grados de generalidad y complejidad, por lo tanto la teoría debe preceder a todos los enunciados y estos son tan falibles como las teorías que presuponen.

Consideremos entonces que la concepción inductivista de la ciencia propone que la teoría tiene que preceder a los enunciados, por tanto resulta falso afirmar que la ciencia comienza con la observación, debido a que los enunciados observacionales son falibles como las teorías que presuponen, por lo cual no forman una base completamente segura sobre la que se construye las leyes y teorías científicas. Sumado a esto, las teorías nunca proporcionan una certeza absoluta, además la validez de un enunciado observacional se determina por la teoría y cuanto más se afirme la validez, mayor será el conocimiento teórico que se emplee, pues los enunciados dependen de la teoría y por lo tanto su falibilidad.

Por lo anterior se concluye que los inductivista, cometen errores en sus concepciones, en primer lugar porque la ciencia no comienza con los enunciados observacionales, debido a que la teoría precede a todos los enunciados, y en segundo lugar, estos

enunciados no constituyen una base sólida sobre la cual se pueda justificar el conocimiento científico, porque son falibles.

De otro modo, la teoría guía la observación y la experimentación, al contrario del pensamiento inductivista, el cual describe que la observación debe ser imparcial y sin prejuicios para proporcionar la base del conocimiento científico. Pero la teoría precede a la observación en la ciencia, una teoría se comprueba o aclara mediante las observaciones y experimentos, registrándose las observaciones que se consideren más relevantes, las falibles e incompletas teorías forman el conocimiento científico y se mejoran ampliando las teorías, y no registrando una lista infinita de observaciones sin un propósito fijo, como lo afirma el inductivista ingenuo.

Consideremos ahora, el hecho de que la observación dependa de la teoría modifica la postura inductivista y reflexiona sobre que las nuevas teorías se originan de diversas maneras y a través de muchos caminos, es decir que las teorías pueden ser creadas antes de realizar las observaciones para ser comprobadas sin importar el camino para ser formadas. Es por eso necesario “entender la ciencia como un conjunto de conocimientos que se desarrollan históricamente y que solo puede apreciar correctamente una teoría si se presta la debida atención a su contexto histórico”, es importante apreciar una teoría desde su ámbito, es decir mirar la importancia de incorporar la NdC en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias para su mejor comprensión, desde uno de sus componentes, como lo es la historia de la ciencia.

Por otra parte, en este documento se hace una descripción del falsacionismo, este pensamiento asume que la observación es guiada por la teoría y la presupone, además de que las teorías se construyen como conjeturas o suposiciones provisionales construidas por el intelecto humano en su afán de encontrar soluciones a los problemas con que se encontraron las teorías anteriores y así lograr una explicación adecuada al comportamiento de algunos aspectos del mundo.

Según la concepción falsacionista la ciencia progresa gracias al ensayo y al error, a las conjeturas y refutaciones, quedando las teorías más aptas. En las teorías se puede verificar su falsedad, utilizando como herramienta la observación y la experimentación, al mismo tiempo la falsedad de enunciados universales se puede derivar de enunciados singulares, pues el falsacionista explota al máximo esta cuestión lógica.

Para la corriente falsacionista, la ciencia es considerada “un conjunto de hipótesis que se proponen a modo de ensayo con el propósito de describir o explicar de un modo preciso el comportamiento de algún aspecto del universo”, para el falsacionista la hipótesis deben cumplir con ciertos requisitos para convertirse en teoría o ley. Primero que todo, la hipótesis debe de ser falsable para formar parte de la ciencia, es decir si existe un enunciado observacional o conjunto de enunciados lógicamente posibles que sean incompatibles con la hipótesis, por tanto en caso de ser verdaderos, falsarían la hipótesis.

El falsacionista plantea que algunas teorías pasan como teorías científicas solo porque no son falsables y deberían ser rechazadas, aunque parecieran que tienen características de las buenas teorías científicas, ya que una teoría debe correr el riesgo de ser falsada. Una teoría o ley científica es falsable si definen enunciados sobre el mundo, además entre más falsable es una teoría mejor es, porque una buena teoría, es aquella que hace afirmaciones de más amplio alcance sobre el mundo.

A esto se añade, que la empresa científica se encarga de proponer hipótesis muy falsables, debido a que entre más falsable es un enunciado, si descubrimos que nuestra hipótesis es falsa aprendemos más sobre la verdad y más cerca llegamos a ella. Igualmente se afirma que la ciencia progresa por el ensayo y el error, además que las falsaciones juegan un papel importante en los logros del desarrollo de la ciencia.

Para el falsacionista, la precisión está directamente relacionada con la falsación, ya que entre más precisamente se formule una teoría, más falsable es y por lo tanto entre más precisa sea, mejor será la teoría. De igual forma el pensamiento de esta corriente frente

al progreso de la ciencia se define desde el comienzo de la ciencia desde los problemas incorporados a la explicación de algunos aspectos del universo, es decir la ciencia inicia con los problemas y estos surgen de observaciones más o menos sencillas, por lo cual los científicos proponen hipótesis falsables como solución al problema.

Otro aspecto tratado en este texto son: las teorías como estructuras, en donde una de las características descritas es la de definir las teorías como totalidades estructurales, procedente de un estudio de la historia de la ciencia, cuyo argumento no es el único, sino que existe un segundo argumento, que es el argumento filosófico, que se relaciona con el hecho de que la observación depende de la teoría, a diferencia de la concepción inductivista.

Por otro lado, los enunciados observacionales se deben plantear en el lenguaje de alguna teoría y los conceptos que aparecen en ellos corresponden a ser precisos e informativo, como la teoría que los sustenta. El significado de los conceptos depende de la estructura de la teoría de la que provienen, los conceptos tienen su significado mediante la definición apoyada en las reflexiones históricas. Algunas de las reflexiones definen que la experimentación se articula con la teoría, y la experimentación precisa se da si se tiene una teoría precisa, sumado a esto, en la medida en que una teoría desempeña su papel toma una forma coherente y precisa en el desarrollo de los conceptos en la historia.

Las teorías son estructuras organizadas de algún tipo, esto se debe a tres razones: la primera es el hecho de que el estudio histórico demuestra que las teorías tienen características. Una segunda es el concepto que toma significado preciso basado en una teoría coherentemente estructurada; por último, una tercera es la originada por la necesidad de desarrollo por parte de la ciencia, pues esta avanza mejor si las teorías están más estructuradas y claras con respecto a su desarrollo y ampliación.

El análisis de las teorías como estructuras organizadas nos lleva a los programas de investigación, ya que estos pueden ser progresistas o degeneradores, según su logro para conducir al descubrimiento de fenómenos nuevos, el núcleo central de un programa de investigación es muy importante, este se construye a modo de hipótesis teóricas muy generales y es la base para el desarrollo del programa de investigación.

El núcleo central se convierte en infalsable por la “decisión metodológica de sus protagonistas”, según Lakatos de la estructura teórica se vuelve como el cinturón protector del programa de investigación, esta estructura no solo consta de hipótesis auxiliares que completan el núcleo central, sino a los supuestos originados de la descripción de las condiciones iniciales y a los enunciados observacionales.

A esto se suma la heurística negativa y la heurística positiva, las cuales intervienen en los programas de la siguiente manera: la heurística negativa consiste en la exigencia de que el núcleo de un programa de investigación siga sin ser modificado durante su desarrollo, pues si se hace se apartaría del programa de investigación. Por otro lado la heurística positiva tiene como función indicar a los científicos lo que debe hacer, indica como se ha de completar el núcleo central para que sea capaz de explicar y predecir los fenómenos reales.

Asimismo para el desarrollo de un programa de investigación, deben tener en cuenta las hipótesis oportunas, además del desarrollo de las técnicas matemáticas y experimentales apropiadas. El programa de investigación debe tener coherencia que trate de ayudar a elaborar un programa definido para la investigación futura, igualmente debe llevar al descubrimiento de nuevos fenómenos al menos de vez en cuando y satisfacer las dos condiciones anteriores si se quiere acreditar como científico.

Veamos ahora la metodología dentro de un programa de investigación, según los postulados de Lakatos se debe manejar la teoría desde dos puntos de vista: primero el trabajo elaborado dentro de un solo programa de investigación, y segundo, a la comparación de los méritos de programas de investigación rivales. La metodología de Lakatos propone dos maniobras, primero que queden excluidas las hipótesis que no

son comprobables de forma independiente, y una segunda maniobra es que la hipótesis que queda excluida es la que va en contra del núcleo central.

En fin la concepción lakatosiana busca la inviolabilidad del núcleo central y heurística positiva, estableciendo que los resultados de las comprobaciones experimentales determinan el mantener o rechazar unas hipótesis, aquellas sobreviven a las comprobaciones se mantienen o se conservan de modo provisional y las otras se rechazan, aunque se tienen en cuenta hipótesis ingeniosas en la toma de decisiones y estas se comprueban de forma independiente. Sin embargo también es necesario tener en cuenta la comparación de los programas de investigación, porque los méritos de un programa son relativos y se juzgan en la medida en que estos progresan o degeneran.

Otro de los postulados tratados en este texto son los paradigmas de Kuhn, según esta concepción las teorías científicas son estructuras complejas, Thomas Kuhn centro su atención en la historia de la ciencia, descubriendo que las concepciones tradicionales de la ciencia (inductivismo y falsacionismo), no resistían una comparación con las pruebas históricas, luego propuso una teoría de ciencia que estuviera de acuerdo con la situación histórica; esta teoría se caracterizó por su carácter revolucionario del progreso científico, en la que una revolución atribuye el abandono de una estructura teórica y por lo tanto ser reemplazada por otra, completamente incompatible con la anterior.

Igualmente en la teoría de Kuhn se resalta las características sociológicas de las comunidades científicas, además se determina que la actividad diversa y desorganizada de formar ciencia se estructura y dirige cuando la comunidad científica se aferra a un solo paradigma. El paradigma está formado por los supuestos teóricos, leyes y técnicas para su aplicación, determinados por la comunidad científica, a esto Kuhn lo llamo "ciencia normal", caracterizada por el desarrollo del paradigma en su intento por explicar y acomodar el comportamiento de algunos aspectos del mundo; al hacer esto se encontraron con dificultades y falsaciones, si estas dificultades no se pueden manejar, se desarrolla un estado de crisis, y esta se resuelve cuando surge un

paradigma completamente nuevo, al cual se adhieren un número mayor de científicos, hasta abandonar el paradigma original, embargado por problemas.

A este cambio de paradigma se denominó “revolución científica”, cuando el nuevo paradigma guía la nueva actividad científica normal hasta encontrarse con problemas y aparece nuevamente un estado de crisis seguida de una nueva revolución, es decir un paradigma dirige la actividad de la ciencia hasta que se encuentra con problemas que no se pueden resolver, surge un nuevo paradigma que guía la actividad, hasta hallar problemas y nuevamente un estado de crisis.

6.3 INTRODUCCIÓN A LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Según Adúriz (2005), en este libro se describe la importancia de introducir la epistemología en los programas de enseñanza de las ciencias naturales, proponiendo un trabajo conjunto entre las ciencias naturales y la epistemología, en donde se debe reconstruir episodios de la historia de la ciencia y examinar el discurso científico. Algunos de los aspectos importantes a que propone el autor, son la definición de la naturaleza de la ciencia, herramientas conceptuales de la NdC, sus ejes, características y cuestiones, a las cuales responde cada eje.

La naturaleza de la ciencia se define como “el conjunto de ideas metacientíficas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales”, cuyo objetivo es el de incorporar las metaciencias a la enseñanza de las ciencias naturales, este término metaciencia, construido por el prefijo meta (con el significado “más allá”) refiere a todas las disciplinas que tienen como objeto el estudio de la ciencia, estas disciplinas permiten el estudio de la ciencia y su comprensión desde diferentes perspectivas teóricas, respondiendo a diferentes interrogantes, entre ellos a; como son el conocimiento y la actividad científicas, como cambia la ciencia a lo largo del tiempo, quienes han sido los científicos más relevantes de la historia, los valores de la comunidad científica, la relación de la ciencia con las demás disciplinas.

Por eso es, que las metaciencias son de gran importancia en la enseñanza de las ciencias, para su comprensión, debido a que estas aportan de diferentes maneras a la enseñanza de las ciencias: pues primero que todo, facilita una reflexión teórica sobre qué es el conocimiento científico y cómo se elabora, permitiendo comprender las limitaciones y alcances de la ciencia. Otro de los aportes de las metaciencias a la enseñanza es la de formar una producción intelectual valiosa, para la formación cultural de los ciudadanos, además que permiten superar los obstáculos en el aprendizaje y enseñanza de los contenidos, métodos y valores científicos, igualmente aportan en la construcción de los currículos del área de ciencias naturales.

Por otra parte, se puede destacar la epistemología como la metaciencia principal en contribuir a la enseñanza, debido a su reflexión teórica sobre la ciencia, valorando el funcionamiento, alcances y limitaciones de la ciencia. Sumado a esto, la historia de la ciencia aporta como metaciencia en la ambientación para ideas epistemológicas, ya que la historia de la ciencia es una herramienta inagotable de episodios paradigmáticos para la creación de contenidos con varios niveles de complejidad. Para finalizar, la sociología de la ciencia permite reflexionar sobre el dogmatismo y el cientificismo de las concepciones tradicionales de la ciencia (Adúriz, 2005).

Estas tres metaciencias son organizadas en tres ejes o campos temáticos, respondiendo a las cuestiones fundamentales de las características de la ciencia. Primero el eje epistemológico, responde a las preguntas sobre: qué es la ciencia y cómo se elabora. El segundo eje, el histórico, da solución al interrogante de cómo cambia la ciencia en el tiempo. Por último el eje sociológico determina la cuestión de cómo se relaciona la ciencia con la sociedad y la cultura.

Algunas ideas epistemológicas que se destacan por su aporte a la forma de pensar ciencia son: la imagen de ciencia actual, que es moderadamente realista y racionalista, pues, la realista da por hecho que las ciencias describen algo sobre la estructura profunda del mundo real, a pesar de esto, este realismo debe ser moderado pues los modelos científicos no son copias de la realidad, sino analogías parciales, provisionarias y

perfectibles sobre aspectos del mundo. Por otro lado es racionalista, porque propone criterios más o menos objetivos y fiables para evaluar la validez de los modelos científicos, pero este se adopta como racionalismo moderada, debido a que acepta criterios de validez inventivos, evolutivos y consensuales. Por lo anterior, se busca que la imagen de ciencia que se enseñe a los estudiantes, genere posturas sobre las ciencias que “valore sus impresiones, triunfos intelectuales y materiales”, pero al mismo tiempo reconozca sus limitaciones (Adúriz, 2005).

De otro lado, se aborda las cuestiones del componente epistemológico sobre, qué es la ciencia y cómo se elabora, este eje se organiza en cuatro cuestiones, la primera es la “demarcación”, la cual busca responder a interrogantes como: ¿Qué es la ciencia? ¿Qué características tiene el conocimiento científico? ¿Qué lo distingue de otros tipos de conocimiento? ¿Cuál es la forma más típica que asume una explicación científica? Una segunda cuestión es la “correspondencia”, resolviendo a preguntas sobre la coherencia entre la realidad y las proposiciones de la ciencia: ¿dicen algo las ciencias sobre el mundo natural? ¿Qué relaciones se establecen entre las proposiciones de la ciencia (teorías, modelos, leyes...) y la realidad sobre la que ellas pretenden hablar? Una tercera cuestión es el “método”, el cual pretende responder a cuestiones sobre cómo se construye el conocimiento científico, como por ejemplo: ¿cómo se elabora la ciencia? ¿Qué pasos siguen los científicos para crear, validar, sistematizar, comunicar y consensuar nuevo conocimiento? Por último se describe una cuarta cuestión que es la “racionalidad”, buscando resolver interrogantes sobre la validez del conocimiento científico: ¿Cómo se garantiza la validez del conocimiento científico? ¿Qué grado de certeza tiene? (Adúriz, 2005)

Por otra parte abarcamos el eje histórico que describe cómo cambia la ciencia a través del tiempo, igualmente este componente se organiza en cuatro cuestiones: la primera es la “innovación”, enfocándose en responder a ¿cómo se producen novedades en la ciencia? Luego se describe una segunda cuestión llamada “evolución”, explorando la solución a: ¿Cómo cambia el conocimiento científico? ¿Cuáles son las “unidades” del cambio (conceptos, modelos, teorías, paradigma, etc)? Una tercera cuestión es el

“juicio”, describiendo las decisiones de los científicos entre nuevos modelos y los cambios de la ciencia, algunos de los interrogantes son: ¿Cómo hacen los científicos para decidir sobre los nuevos modelos? ¿Y para elegir entre modelos rivales? ¿Qué rol juegan el científico individual y la comunidad científica en el cambio? Una cuarta cuestión es la “intervención”, formulando la incidencia del nuevo conocimiento científico en las formas de acción sobre el mundo, tratando de responder a la pregunta ¿Cómo incide el nuevo conocimiento científico en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo? (Adúriz, 2005).

Por último, es necesario destacar el contenido intelectual que nos ofrecen las metaciencias como la epistemología y la historia de la ciencia, pues esto nos ayuda a tener una mejor enseñanza y comprensión de la NdC, y por tanto una un mejor aprendizaje de los contenidos científicos, ya que estas nos llevan a reflexionar sobre aspectos importantes de la ciencia como las características del conocimiento científico, la demostración de que este no es completamente objetivo, que los modelos son construcción de los hechos científicos, que el conocimiento científico está en constante crítica y refinamiento. Sumado a esto la historia revela aspectos de la ciencia como la reflexión de cómo se produce el conocimiento nuevo, como cambia la ciencia, como los científicos deciden sobre la validez de los modelos y cómo el nuevo conocimiento cambia las maneras de pensar, decir y hacer.

6.4 MODELOS DE CAMBIO CIENTÍFICO ANNA STANY

Para el desarrollo de este proyecto es de vital importancia conocer como a través de la historia de la química se evidencia los cambios de modelos científicos que han llevado al desarrollo de la ciencia, como lo plantea Anna Estany(1990), el objetivo principal es demostrar que por medio de la construcción de modelos se expliquen los cambios que ha experimentado la ciencia con el tiempo, un claro ejemplo es el modelo diseñado por Thomas Kuhn denominado estructura de las revoluciones científicas, que se fundamenta en las unidades que son los paradigmas que él define como un flash en un momento concreto del estado de un campo científico. En otras palabras es el eje

central en el cual se desarrolla su modelo. Que están formados por elementos como: generalizaciones simbólicas, modelos, ejemplares y valores, que son la guía que deben seguir los científicos para el descubrimiento de teorías así mismo de leyes que permiten el avance de la ciencia.

Otro modelo es el propuesto por Imre Lakatos que se basa en que la historia de la ciencia como árbitro sobre el que se debe fundamentar para la verificación de los modelos metacientíficos. Por esta razón propuso la metodología de los programas de investigación como marco adecuado para que se puedan analizar de forma satisfactoria los problemas de la lógica de la investigación, ellos se encuentran constituidos por un centro firma, un cinturón protector, y dos reglas metodológicas: la heurística positiva y la heurística negativa que son de vital importancia para el progreso de los programas de investigación, para el caso de la heurística que es como la metodología que el científico debe seguir es más fácil cuando es negativa ya que se debe llevar al cinturón protector, para desviar las anomalías para el caso contrario cuando es positiva se pone en funcionamiento el cinturón protector que son las hipótesis auxiliares, es decir que para que las teorías y leyes sean una realidad se deben seguir ciertos parámetros que garanticen la viabilidad, además que se deben ajustar al modelo científico, finalmente es la historia de la ciencia quien evidencia si el modelo de cambio científico funciona o no, o si por el contrario deben hacer reestructuraciones para obtener los resultados esperados.

Finalmente encontramos al modelo postulado por Larry Laudan quien tiene la idea que la ciencia es una actividad que se centra en resolver problemas, por lo tanto se cimienta a base de preguntas que son los problemas y respuestas, sobre que son las teorías, así mismo tiene en cuenta que existen dos tipos de problemas los empíricos y los conceptuales, de esta manera se describe como a través de diferentes enfoques con sus autores se da una mirada diversa a los cambios que ha tenido la ciencia en diferentes contextos como ha tenido sus revoluciones que han permitido el desarrollo actual.

6.4.1 Históricos de la Revolución de la Química Según Planteamientos de Anna Estany. Para tener en cuenta la palabra química del árabe keme que significa “tierra” a la ciencia que estudia tanto la composición, estructura y propiedades de la materia. Esta disciplina a lo largo de su historia ha sufrido cambios significativos que se dieron durante el siglo VIII. Conocido como la revolución química consistió en el paso de la química del flogisto a la química del oxígeno, Los químicos que se destacaron y realizaron algunos aportes para lograr esta transformación son: Geog Ernst Stahl (1660-1735) sistematizó la química del flogisto y Laurent Lavoisier (1743- 1794) la del oxígeno.

La química del Flogisto fue liderada por Georg Ernest Stahl (1660-1735), quien fue un médico, filósofo y químico alemán, fue profesor de Halle y Berlín. Su obra más representativa en la historia es la teoría del flogisto debido a que dio los primeros pasos al fenómeno relacionado con la “combustión”, lo que llevo a Lavoisier al descubrimiento del oxígeno. También se interesó por el estudio de tierras que estaban constituidas por sal, azufre y mercurio, correspondientes, a su vez a tres principios básicos como son: fijación o solidificación, de combustibilidad y de volatilidad. Del tratado del azufre surgió el “flogisto”, para Stahl la química representa “el arte de descomponer cuerpos compuestos en sus principios básicos y recomponerlos de nuevo”, su principal objetivo era de identificar la composición de los materiales y clasificar los diversos tipos de reacciones.

6.4.2 Teoría de la Materia y del Flogisto. Es importante resaltar que Stahl estaba influenciado por diversas escuelas y doctrinas filosóficas que tenían cierto valor en sus conceptos por lo tanto su idea fundamental era que la materia está constituida por las “masas materiales poseen propiedades específicas que permiten reconocerlas y prever sus reacciones”. Por lo tanto no se pueden dividir de forma infinita.

Así la teoría de la materia propuesta por Stahl se fundamenta a través de los siguientes parámetros: se encuentra un número muy restringido de partículas elementales llamadas átomos elementales; seguidamente, los átomos elementales no se

encuentran en un estado puro sino combinado con distintos y cuando dejen un cuerpo es para formar parte de otro; consecutivamente, estos átomos cuando se reúnen forman los “cuerpos compuestos” que tienen la capacidad de combinarse con otros átomos o con otros cuerpos mixtos para formar “los cuerpos sobre compuestos”.

Con respecto a las propiedades de los átomos elementales, se encuentran de tres tipos distintos como son: tierra, agua y aire. Los elementos terrosos se subdividen en otras especies diferentes con sus propias características, que se informan con los cuerpos mixtos o compuestos sus propiedades absolutas, esto quiere decir, que todos los cuerpos estén constituidos por los tres agregados.

A continuación se desarrollara **la teoría de la composición**, explica las formas en que se pueden combinar los principios elementales, la descomposición y el desplazamiento de un cuerpo a otro, etc. Esta teoría es de gran relevancia para Stahl ya que la química es considerada como el arte de conocer la composición de los cuerpos que está relacionada con las propiedades, que están ligados a su composición.

También es importante conocer sobre las **teorías de las sales** que se tenía en el siglo XVII, en donde sus propiedades notables corresponden a la solubilidad en el agua y la posibilidad de cristalizar, para esa época se conocían tres ácidos: “ácido universal”, “ácido nitroso” y “ácido marino”, la manera de explicar su formación es la siguiente: si la tierra verificable es mezclada con el agua se produce el ácido universal, si la tierra flogística mezcla con agua produce el ácido nitroso y la tierra mercurial con agua produce ácido marino. Estas son sus características, Stahl fundamenta su teoría en un experimento que consiste en calentar “aceite esencial volátil” con “aceite de vitriolo” que tiene como resultado la formación de una sustancia sólida, brillante y difícil de fundir. El aceite de vitriolo se convierte en vapor y se forma el agua es así como se fundamenta que esté compuesta está formado por la combinación de agua y tierra.

Una de las Teorías que tiene mucha relevancia a través de la historia de la química es la del Flogisto, debido que partió la química en dos y permitió que en ese momento se

desarrollara, por lo tanto dio origen a la revolución química. El fundamento de esta teoría se encuentra en la palabra flogisto, palabra que produce del griego y que corresponde a la segunda tierra de Becher. Por lo tanto el flogisto da explicación de todo lo que no hallaban explicación, es así que este se encontraba en todos los reinos de la naturaleza.

Las propiedades del flogisto son consideradas como los “principios de combustión”, en donde el fuego es el origen primordial por lo que están conformados todos los cuerpos combustibles, que no se debe confundir con el fuego material o llama. Stahl realizó su exploración el principio-flogisto por medio del tratado del azufre.

Las medidas que tomó fueron en relación al principio del azufre son:

- Su propiedad relativa al fuego
- La propiedad que tiene de colorear
- Su combinación íntima con otras sustancias sutiles
- La forma de comportarse en relación al agua y a la humedad
- Su sorprendente división y atenuación.
- Su naturaleza, sea en estado sólido, sea en estado fluido.
- Su ubicación

Esta teoría del flogisto obtuvo algunas críticas con respecto a que se le dieron propiedades diversas, ya que se consideraba de naturaleza terrosa, acuosa, elástica y en algunas ocasiones una sustancia grasosa, azufrosa, inflamable entre otras. Por esta razón Lavoisier juzgo esta teoría debido a la imprecisión, que dejaba muchas dudas al respecto debido a sus características tanto generales como específicas.

Otras de las contribuciones realizadas por Stahl son la clasificación de los compuestos en relación a su estado de “flogisticación” entre ellos se tenían el ácido vitriolo, cales metálicas y los compuestos que han realizado el proceso de la combustión. Por otro lado se ubican “desflogisticados” como el aire y el nitro.

Agregado a lo anterior apporto elementos que permitieron conocer los diferentes tipos de reacciones que tienen que ver con los materiales ricos en flogisto y las reacciones entre materiales desflogisticados. Un claro ejemplo de estas reacciones son: la combustión y calcinación, en las que el cuerpo que se quema es el que transfiere el flogisto y el aire es el receptor, para las reacciones del segundo tipo se observan la reacción del azufre con los metales, en cuyos resultados no se observa el flogisto, por lo tanto no son inflamables.

Ahora bien Stahl de acuerdo a sus observaciones realizó una diferenciación entre las reacciones de descomposición y combinación. Que hizo a través del ejemplo descomposición que se da en la combustión del carbón, ya que este está constituido de flogisto, agua y tierra, en este suceso se observa que se rompe la unión por lo tanto se suelta el flogisto, como consecuencia se cambian las propiedades, finalmente se da como resultado la tierra que es la ceniza, agua “vapor de agua” y flogisto. La reacción de combinación se da en la fundición de los metales que se origina a partir de los minerales.

Ahora se explicará en qué consiste la combustión, que es un proceso en el que se pierde el flogisto en forma de aire, por lo que después de la combustión no sigue el proceso debido a que no hay flogisto, elemento esencial en esta reacción. Un ejemplo es cuando la madera arde. Así mismo la combustión de los aceites y de los vegetales tiene como producto la formación del humo negro.

Otro factor importante es la calcinación que se efectúa por el calentamiento del material que es sometido a elevadas temperaturas, pero que son menores al punto de fusión, otra definición es la que realiza el químico Inglés **Richard Kirwan (1733- 1812)** en donde dice que calcinar un metal es quitarle su brillo y pulverizarlo; por ende los metales que tienen propiedades de maleabilidad la pierden y para el caso del mercurio la potencia de licuarse. Se debe tener en cuenta que en la teoría del flogisto revela la transformación de los metales en cales.

Se considera a hora la reducción de las cales metálicas, este suceso consiste en restablecer el flogisto a los metales por medio de la reacción de las cales metálicas con materiales abundantes en flogisto, este hecho tienen una aplicación en la metalurgia, sobre todo en la fundición que es la producción de metales a partir de las menas minerales, son en gran parte tierra, que al disolverse estas sustancias se transforman en metales por acción del flogisto. El proceso metalúrgico se basa en la siguiente ley “si un material metálico se le añade flogisto se obtiene un metal”.

Un aporte de Stahl a la química orgánica, centro su interés en la fermentación y la descomposición, que se explican como un fenómeno en el cual sus constituyentes tienen una acción de la agitación interna de sus moléculas y la recomposición de los componentes en la forma primordial. Los cuerpos fermentados comprenden moléculas compuestas de sal, aceite y tierra que se agitan por acción de los átomos del agua que traen como consecuencia una aceleración del suceso. En otra situación en donde se percibe este escenario es en la combinación de cuerpos orgánicos, la diferencia entre la fermentación y la putrefacción se da en la velocidad e intensidad del cambio, ya que en la fermentación se nota con mayor lentitud.

Se prosigue con otra contribución que es la intervención del flogisto en el crecimiento de las plantas, como se observa después de la combustión se genera el flogisto que es consumido por las plantas quienes la utilizan para su desarrollo, en la cadena alimenticia se nota que los productores son devorados por los consumidores de primer orden, por lo tanto los animales tienen flogisto, debido a estos hechos se consideró que en los reinos de la naturaleza se encontraba el flogisto.

Así pues se estableció que el flogisto está conectado con el color, olor y el carácter metálico, es de esta forma que Stahl relacionó el color de los cuerpos con el flogisto y lo demostró con el color del azufre, las variaciones del color del plomo cuando es sometido por la acción del calor, además relaciono el olor con la presencia del flogisto, como también las propiedades de los metales como: el brillo, la ductibilidad y la

maleabilidad, hizo evidente que como en el caso de la calcinación se perdían las propiedades de los metales por la falta del flogisto.

Con el tiempo se evidenció que los principales problemas sobre la teoría del flogisto, se originaron por la verdadera naturaleza del mismo, Stahl no le dio la importancia ya que con su teoría de la materia, los átomos no eran percibidos por los sentidos, se reflejaban a través de la experiencia. En realidad se necesitó conocer su naturaleza cuando se definió la idea de elemento, otra de los obstáculos era el de aclarar por qué se acaba la combustión en un recipiente cerrado. Stahl lo descifró diciendo que el aire pone en movilidad las partículas del flogisto y que cuando este alcanza la velocidad suficiente se desprende de su cuerpo, por otro lado los animales no respiran el aire flogisticado debido a que el aire se encuentra saturado, se mencionan otras dificultades relacionadas con la liberación del flogisto en la calcinación. Es de resaltar que esta problemática se evidenció con el surgimiento de la teoría del oxígeno que hizo hincapié en la reflexión de los fenómenos.

Se continúa con el desarrollo de la historia y las intervenciones de los químicos **Joseph Priestley y Henry Cavendish** los cuales continuaron con la defensa acerca de que los sucesos que ocurrían en la naturaleza se explicaban por medio de la teoría del flogisto, ellos hicieron hallazgos que permitieron aportar elementos en la revolución de la química.

Para **Joseph Priestley** (1733 – 1804), realizó sus aportes científicos respecto a los gases, reveló que numerosos gases eran solubles en agua, también reconoció sustancias como el amoníaco, el “aire ácido”, el “aire nitroso” “aire nitroso desflogistado” de igual forma analizó las propiedades de los “ácidos minerales” así como también los sucesos respecto a la fotosíntesis, la respiración en los animales, también detectó el dióxido de carbono en estado puro en el agua que traía consecuencia nefasta en las plantas.

Por otra parte **Henry Cavendish** (1713- 1810) hizo sus grandes aportes en el campo de la electricidad, haciendo una gran distinción entre cantidad de electricidad y potencial, así mismo realizó muchos experimentos relacionados con la temperatura de evaporación y de fusión, sus aportes en la química de los gases sobre todo en la del dióxido de carbono, sus trabajos siempre eran a partir de la metodología cuantitativa.

Una teoría que revolucionó el mundo de la química y le abrió paso a su evolución es la química del oxígeno, que cuenta con su representante **Antoine-Laurent Lavoisier** (1743-1794), quien aportó elementos de suma importancia en el terreno de la química, así como en el área de la geología, política, de igual forma arregló el problema del alumbramiento en las calles, manejaba una metodología de corte cuantitativa, su descubrimiento más importante es el oxígeno que lo realizó con sus compañeros Scheele y Priestley, aunque la historia solo destaca a Lavoisier debido a que construyó un nuevo aparato conceptual, mientras que los otros dos científicos lo hicieron a partir de la teoría del flogisto. Además se reconoció el trabajo realizado por Lavoisier con respecto al concepto de elemento químico “Es aquella que no puede subdividirse más”. También es de relevancia que gracias a los aportes de este científico en el siglo XVIII se pasó la instancia cualitativa a una cuantitativa y se estableció la ley de la conservación de la masa, de la misma forma instrumentos de medida como la balanza y el gasómetro, estas medidas ayudaron a la identificación de nuevos elementos químicos.

Avanzando en el tiempo, encontramos que Lavoisier realizó estudios sobre la teoría del calor que van de la mano con la combustión, definió el calórico como un “flujo muy sutil y elástico que rodea todas las partes del planeta que se habita”, por lo tanto tiene gran influencia en los cambios de estado: líquido, sólido y gaseoso, contribuyó a conocer la composición del agua y del aire a través de los experimentos. Es así que personajes de la química como: Stahl, seguido por varios científicos y Lavoisier realizaron una intervención que dio un cambio significativo en la historia de la química en donde se introdujeron componentes que permitieron su desarrollo y sobre todo cambios conceptuales en su funcionamiento.

6.5 LA TABLA PERIÓDICA NOS CUENTA SU HISTORIA

Como plantean los autores Peña, Ramírez y Esparza (2006), La humanidad desde sus comienzos, se interesó por conocer “¿De qué está hecho el universo?”, es así que en el siglo IV a.C, el filósofo **Democrito de Adbere** afirmó que existían unidades fundamentales que constituían la materia las que denominó átomos que significa que no se pueden dividir. Es de esta manera que los filósofos griegos comprendieron que el universo se fundamenta a través de leyes que se pueden estudiar y analizar por medio de los fenómenos que se observan en la naturaleza. En este tiempo se conoce el elemento que hace parte de todo lo que existe y que por lo tanto le confiere sus características.

Uno de los primeros en proponer la existencia de elementos básicos fue **Tales de Mileto (624-546 a.C.)**, afirma que el universo se encontraba conformado por agua, es por esta razón que la tierra tiene océanos y ríos en gran proporción que después del proceso de evaporación pasa a ser aire, que luego se condensa y cae la lluvia para iniciar de nuevo el ciclo, Tales creía que los animales están compuestos por agua y que necesitan de ella para sobrevivir, seguidamente **Anaximandro de Mileto (610-545 a.C.)** no se encontraba de acuerdo con lo propuesto por su colega, por ende realizó la siguiente propuesta de la existencia de una sustancia conocida como “ápeiron” de la cual surgían los demás componentes como el fuego entre otros. Esta idea no fue acogida por la comunidad de filósofos de la época.

Posteriormente **Anaxímedes de Mileto (590-526 a.C)** manifestó que la sustancia fundamental es el aire debido a que rodea la tierra, seguidamente **Heráclito de Éfeso (500-460 a.C)**, reveló que la materia sufre cambios por lo tanto el universo está formado por el fuego, después de muchas discusiones los filósofos llegaron a la conclusión de que el universo podía estar conformado por varios elementos, esto condujo a que **Empédocles (495-435 a.C)** realizará la propuesta la cual plantea que el universo está formada por cuatro elementos fundamentales: agua, aire, tierra y fuego, esta oferta fue acogida por un buen tiempo gracias a su fundamentación,

además **Aristóteles (384- 322 a.C)** la complemento al incluir un nuevo elemento que recibe el nombre de “éter” que hace parte del cielo y las estrellas. Esta propuesta se mantuvo por mucho tiempo debido a que tenía en cuenta la transformación de la materia por lo tanto los primeros elementos con que se construyó la tabla periódica son: agua, tierra, aire, fuego y éter destacando que aún faltaban muchos elementos por descubrir.

La era de los alquimistas, en este período se destacan los egipcios debido a su practicidad, ya que tienen la habilidad de modificar muchas sustancias para transformarlas en metales, vidrio, tintas, medicinas entre otras, este pueblo es conquistado por los árabes quienes a los conocimientos obtenidos tanto de los griegos, egipcios y árabes en el arte de transformar le dan el nombre de “al-chemia”, uno de los primeros alquimistas griegos es “**Bolos de Mendes**” (200 a.C) se consagro a resolver el problema de convertir metales en otros, es el caso del plomo y el hierro para pasarlo a oro como el de fundir cobre con estaño para producir bronce, de esta manera seguía la lógica de Aristóteles que afirma que todo está constituido por cuatro elementos que tienen sus propiedades que al conocerlas se pueden modificar y convertirlas en oro porque este elemento es perfecto y de gran utilidad.

Uno de los principales alquimistas **árabes Jabir Ibn-Hayya (760-815)**, no se encontraba satisfecho con las afirmaciones de Aristóteles, por lo tanto desarrollo nuevas ideas, sabía que los metales como los no metales presentaban propiedades distintas, por lo tanto no estaba seguro que estaban formadas por el elemento tierra, observo que los no metales arden y los metales no lo hacen esto lo interpreto como que cada grupo tenían características diversas, porque aseguro que los sólidos están formados por azufre y mercurio en diferentes proporciones que al alterarlos se podrá obtener oro elemento de mucha importancia para ese momento.

Seguidamente **Filippus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541)**, conocido popularmente como “Paracelso” encontró que existe un principio más, denominado sal, que se encuentra en la estructura de la materia, para esta época se

realizaron grandes avances como: la descripción precisa en la elaboración del ácido sulfúrico, nítrico, clorhídrico como la obtención de elementos arsénico, mercurio y zinc.

La revolución científica y los antecedentes de la química moderna, en esta época la química sufre una variedad de cambios debido a que se asumen nuevos métodos para conocer la naturaleza, cada vez la observación de los fenómenos toman mayor importancia en los procesos de investigación, un claro ejemplo son los trabajos realizados por el científico **Robert Boyle (1627-1691)** con respecto a las propiedades de los gases, particularmente a su volumen que varía de acuerdo a la presión, contribuyo junto con otros compañeros a la creación de un club donde los científicos exponen sus ideas conocido Royal society, dio un giro a la alquimia que no tenía aceptación debido al fracaso de convertir los metales en oro y lo llamo química. Estaba seguro que lo que constituía al mundo no son los cinco elementos como lo decía Aristóteles y demás científicos, sino que los cuerpos estaban constituidos por un componente llamado mixto, sin saberlo descubrió el elemento oxígeno, pero en su momento creyó que era aire, para la época ya se conocían trece elementos químicos que aun no estaban completamente certificados son: oro, plata, cobre, hierro, estaño, plomo, mercurio, carbono, azufre, arsénico, antimonio, bismuto y zinc.

Continuando con la realización de experimentos sencillos para encontrar el oro a través de otros metales el alemán **Hennig Brand (1630-1710)** elaboro una descripción de la obtención del fósforo por medio de la orina humana con la motivación de obtener oro a partir de metales no tan valiosos. Los alquimistas de cierto modo impulsaron a los científicos a realizar sus propias experimentaciones como en el caso del principio de la combustión que la llamo flogisto, estudio realizado por el médico alemán **George Ernst Stahl (1660- 1734)** que consiste que cuando “la sustancia arde el flogisto la abandona y escapa al aire” también afirmo que la oxidación de un metal y la combustión son el mismo proceso. En el siglo XVIII esta teoría tenía gran importancia para la explicación de la naturaleza.

El ingenio de los primeros químicos, permitió que en esta época los órganos de los sentidos cobraran un interés, ya que son la base en el desarrollo de experimentos así como los cambios de color de algunos compuestos al reaccionar como el nitrato de plomo o el acetato de mercurio con yoduro de potasio producen colores a pesar de que individualmente son incoloros.

Siglos VIII y XIX, en este período se determinó que el aire es una mezcla y no una sustancia, como se sabía hasta la fecha, se llegó a esta conclusión gracias a los estudios realizados por el químico inglés **Henry Cavendish (1731-1810)** que sin darse cuenta aisló el hidrogeno y la intervención de **Lavoisier (1734- 1794)** en la química del oxígeno, en estos siglos se plantearon problemas relacionados con la metalurgia que tenía como finalidad la extracción de los metales, esto tuvo una influencia con respecto al descubrimiento de nuevos elementos como el caso del vanadio realizado por el mexicano **Andrés Manuel del Río Fernández (1765- 1849)** que laboraba para el colegio de minas de la ciudad de México, al mismo tiempo su colega **Fausto Elhúyar (1755-1833)** revelo el hallazgo del elemento wolframio.

De igual forma el Francés **Joseph Louis Proust (1754-1826)** determino los pesos de las sustancias que se combinaban para formar un compuesto, que tenía que ser en la misma proporción definida que se da con números enteros, es de esta manera que **John Dalton (1766-1844)** reconoce la veracidad de la información y es así como cada elemento tiene su propio peso atómico y se elabora una tabla con dicha información con los elementos de ese momento, a partir de esta información se conoce que los elementos no pueden cambiar por otros, en otras palabras los átomos no se pueden modificar químicamente para cambiarlos, de esta manera surge la teoría atómica de Dalton.

El primer intento de clasificación de los elementos se realizó en 1817 dirigida por el químico alemán **Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849)** que noto que los pesos atómicos de algunos elementos son muy similares, en cada caso son grupos de tres y presentan relación con sus propiedades, un ejemplo son el calcio, estroncio y el bario

que tienen un punto de fusión parecidos, además forman compuestos muy similares, a esta clasificación se le dio el nombre de tríadas también lo realizó con los elementos azufre, telurio y selenio. Para ese tiempo el científico Döbereiner está muy adelantado, se conocía 54 elementos que se encontraban organizados por bloques, los elementos se representaron en un principio por símbolos que se ven el universo, seguidamente se representan con círculos y punto distintivos, pero finalmente **Jöns Jacob Berzelius (1779-1848)** elabora la simbología más coherente que consiste en la primera letra en mayúscula si había más entonces se escribe la segunda letra o en latín que de esta forma se hizo más sencilla la nomenclatura que actualmente se utiliza además contribuyó al perfeccionamiento de los pesos atómicos.

A esto se añade que en 1859 dos físicos alemanes, **Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899)** y **Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887)** crearon un instrumento llamado espectroscopio cuyo objetivo es mirar las líneas de luz emitida por cada elemento de esta forma se han encontrado algunos de ellos. Gracias a estos adelantos se hizo necesario que en 1860 se realizara el primer congreso de química en donde se concluyó que es de vital importancia conocer los pesos atómicos de cada elemento químico para comprender la forma de combinarse con otros y sus reacciones, para ese temporada se conocían 58 elementos y había que buscarle un orden, ya que cada vez se encontraban más. Para el año 1862 EL geólogo francés llamado **Alexandre Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886)** halló que si se organizaban los pesos atómicos en columna en espiral conocido con el nombre del “anillo telúrico” se podía tener un orden en los elementos químicos.

Esta idea no fue acogida por la comunidad científica y es así como el químico inglés **John Alexander Reina Newlands (1837-1898)** propuso adecuar los elementos en columna de ocho, encontrándose algunos errores respecto a sus propiedades por lo tanto falló al no tener mucha utilidad. Para 1870 el químico alemán **Julius Lothar Meyer (1830-1895)** organizó los elementos químicos de acuerdo a su volúmenes atómicos, con ello se logra obtener un orden básico, pero quien realmente logro una clasificación, es el ruso **Dmitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907)** quien acomodó los

elementos químicos de acuerdo al peso atómicos y la valencia, los ordeno en una tabla en donde los que tenía propiedades similares están próximos, también dejo espacios para los elementos que se encontrara en el futuro, ya que predijo que estos cumplen con las características en cada lugar vacío que los nombro “ekaboro”, “ekasilicio” y “ekaaluminio”, por lo tanto informo de las propiedades físicas y químicas de los nuevos elementos.

En el año de 1874 con la colaboración del espectroscopio **Paul Émile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912)** encontró un elemento que le dio el nombre de galio que tenía la coincidencia de cumplir con las propiedades del espacio del ekaaluminio esto causó asombro en la comunidad de los científicos, que logro creer en el modelo de tabla periódica propuesto por Mendeleiev, cuatro años después el químico sueco **Lars Fredrik Nilson (1840-1899)** encontró el elemento escandio que cumplía con las características del ekaboro, para finalizar 1886 se cumplió con el último designio dado por Mendeleiev por el ekasilicio este elemento encontrado es el germanio que es descubierto por **Lemens Alexander Winkler (1838-1904)**.

La construcción de la tabla periódica hecha por Mendeleiev logro una transformación en el mundo de la química pues apporto todas las cualidades de cada elemento químico para mejorar la calidad de vida de la humanidad, aunque existen algunos aspectos que no se podían explicar, faltaba el descubrimiento de nuevos metales para completar la información del esquema, de igual manera los metales que son muy parecidos constituyen las tierras raras, en la medida que se hallaban elementos la tabla sufría modificaciones pasando a ser no tan ordenada y clara como se pensaba.

Al poco tiempo el escocés **William Ramsay (1852-1916)** hallo una serie de gases que poseen valencia cero que los llamo gases inertes que no encajaban en ningún lugar de la tabla por lo tanto se incluyó la hilera al lado por cumplir con los parámetros establecidos.

En el siglo XX, después de muchos análisis el químico **Joseph John Thomson (1856-1940)** encontró el electrón y su colega **Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)** los rayos x, que reveló la radiactividad, de **Ernest Rutherford (1871-1937)** que encontró los protones y el núcleo atómico, el matrimonio Curie profundizó en la radioactividad, que encontraron el radio y el polonio esta característica hace que los elementos se modifiquen en una velocidad fija, se debe tener en cuenta que en un tiempo la mitad de los pesos atómicos de los elementos se modifican en otros este periodo se conoce con el nombre “vida media” se da especialmente en el caso de la obtención del plomo, la problemática aumentó cuando se dieron cuenta que tenía cuarenta elementos que no se podían ubicar en la tabla periódica, ya que son los mismos pero varía el peso atómico, **Frederick Soddy (1877-1956)**, los denominó isotopos, sin embargo para la tabla resultaba muy complicado organizar los elementos de acuerdo a su peso atómico hasta que el físico Henry **Gwyn-Jeffreys Moseley (1887-1915)** a través del estudio de la longitud de onda era más pequeño para los átomos pesados, entendió que se le podía dar un número entero positivo a cada elemento de acuerdo a las cargas positivas que se encontraban en el núcleo lo que se conoce en la actualidad como el número atómico que corresponde a la cantidad de electrones (Peña, Ramírez y Esparza 2006).

Para la comprensión de la tabla periódica el físico Niels Henrik David Bohr (1885-1962) elaboró una teoría que se centra en que los electrones se encuentran girando en los niveles de energía que se ubican alrededor del núcleo, en cada orbital se pueden encontrar dos electrones, los niveles tienen diferentes orbitas. De esta manera que claró la ubicación de cada elemento dependiendo de los niveles de energía que son los periodos y sus grupos por los electrones de la capa externa. Para el caso de los lantánidos, actínidos debido a sus propiedades particulares se ubicaron en un lugar que cumpla las reglas establecidas, aún falta espacio sin llenar en la tabla periódica, es así que se empieza en la síntesis de elementos por medio del acelerador de partículas que está en la universidad de California, uno de los pioneros **Ernest Orlando Lawrence (1901-1958)** en colaboración con **Emilio Gino Segrè (1905-1989)** fabricaron el “tecnecio” que significa “artificial”, después se elaboraron el francio que no

se encuentra mucho en la naturaleza, ástato y el prometiío, con ellos se ocuparon los espacios que estaban en la tabla periódica, pero aún faltaban más hasta ese momento se tenía 92.

Se prosigue con la síntesis de más elementos para el año 2000 habían 116, desde la creación realizada por Mendeleiev, se han hecho modificaciones, pero esta es la forma más clara de encontrar y conocer las propiedades tanto físicas y químicas de cada elemento químico, logrando su existo de esta manera se ha plasmado un breve resumen sobre cómo fue la edificación de la tabla periódica con el tiempo y la influencia del contexto y el pensamiento de la comunidad científica, relatados por los autores Peña, Ramírez y Esparza (2006) en su artículo.

7. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se aborda en este proyecto es de enfoque cualitativo, *debido a sus características investigativas, como lo menciona Díaz (2005) “La investigación de carácter cualitativo ha adquirido una gran relevancia en el ámbito educativo, dado que permite un acercamiento más global y comprensivo de la realidad”*, ya que esto es necesario para poder analizar y comprender los fenómenos que se encuentra influenciado por la cultura y las relaciones sociales, donde el investigador interactúa con el elemento investigado de una manera más cercana, y que permite percibir, construir y validar el conocimiento mediante el diálogo, las relaciones y la convivencia, y a su vez permitir una investigación más amplia, porque se puede observar desde varias perspectivas.

En la presente trabajo se utiliza la investigación cualitativa, denominada investigación acción que tiene como finalidad “Una indagación práctica realizada por el profesorado de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar su práctica educativa a través de ciclos y reflexión” Latorre (2003), aporta elementos que conceden una transformación que se evidencia a través de la socialización de las ideas de los estudiantes que le permiten replantear, criticar los hechos, de esta manera lograr que exista una colaboración entre todos los participantes, teniendo elementos básicos como la planificación, actuación, observación sin olvidar la reflexión. En este caso específicamente se trabajara el análisis de contenido, que es un “conjunto de técnicas de análisis de las comunicaciones utilizando procedimientos sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los mensajes” (Bardin, 1996), este permite el desarrollo de los objetivos planteados, utilizando herramientas que permitan conocer la incidencia que tiene la aplicación de la secuencia de unidades didácticas, pues se analizan el lenguaje verbal y escrito de los educandos respecto a las cuestiones

abordadas en las secuencias didácticas, para identificar sus concepciones sobre la NdC y el cambio que ocurren durante el desarrollo de las mismas.

El proyecto se trabajó en las siguientes fases que son:

- Identificación de las concepciones de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia desde el punto de vista epistemológico e histórico a partir de una serie de preguntas abiertas sobre los temas tratados en la secuencia didáctica en los alumnos del grado 8°.
- Aplicación de dos unidades didácticas, una publicada por el proyecto Iberoamericano, denominada: **Los Científicos Construyen Explicaciones: El Caso De “Oxígeno O Flogisto”**, Autores: Ángel Vázquez y María Antonia Manassero. La segunda unidad fue elaborada por el grupo de esta investigación, llamada: **Construyendo La Historia De La Tabla Periódica**, Autores: Erika Paola Garzón y Adriana Maritza Méndez. Para identificar la incidencia de la aplicación de estas Unidades Didácticas en el cambio de las concepciones que se presenten, haciendo un seguimiento en el desarrollo de las mismas.
- Análisis Cualitativo (análisis de contenido) de los datos siguiendo el desarrollo de las secuencias didácticas a través de las categorías de análisis.

Una de las características fundamentales en el desarrollo del proyecto, es el trabajar los contenidos de la NdC, es por eso que se trabajan dos unidades didácticas sobre el componente epistemológico e histórico con las actividades planteadas en cada una de ellas.

7.2 DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES DE TRABAJO

Los atributos de la muestra son: estudiantes del grado octavo, de diferentes grupos y género, entre edades de 12 – 14 años, condiciones socioeconómicas diferentes, corresponden a las unidades de trabajo para el caso de este estudio; Se tiene como

requisito primordial que los estudiantes hicieran parte del grado octavo de la misma institución educativa. En el estudio se tuvo en cuenta la participación en el semillero ciencias naturales, realizados todos los viernes en jordana contraria a la escolar.

Tabla 1. Unidad Didáctica: Los Científicos Construyen Explicaciones: El Caso De “Oxígeno O Flogisto”

TEMA	SUBTEMA	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO
Ciencia y tecnología. Características de los científicos. Naturaleza del conocimiento científico.	Definición de ciencia. Método científico. Decisiones científicas.	Se realizó una serie de preguntas abiertas sobre: que entienden por ciencia, historia y el método científico.	Entrevista diagnóstica. Esta entrevista se realizó basada en preguntas respecto a conceptos genéricos sobre historia, ciencia y conceptos epistemológicos de la ciencia.
Ciencia y tecnología. Características de los científicos. Naturaleza del conocimiento científico.	Definición de ciencia. Método científico. Decisiones científicas. Aproximación a las investigaciones. Influencia de los	Se realiza una lectura sobre la historia de la ciencia (¿oxígeno o flogisto) en la que se explica en qué consiste, cómo es y función. En una tabla se transcriben algunas frases de la lectura anterior, se reflexiona sobre	Taller para el desarrollo de la actividad 1. Video de las opiniones.

	individuos.	el contenido y el significado de cada una de ellas, para decidir si es un dato o explicación.	
Ciencia y tecnología. Características de los científicos. Naturaleza del conocimiento científico.	Definición de ciencia. Método científico. Decisiones científicas. Aproximación a las investigaciones. Influencia de los individuos.	Se forman grupos de tres estudiantes, a cada uno se le asigna la preparación y la defensa de una de las tres opiniones acerca del tema (el trabajo de Lavoisier sobre la combustión y los gases) para discutirlos y confrontarlos ante los otros grupos.	Taller para el desarrollo de la actividad 2. Video de las opiniones.
Ciencia y tecnología. Características de los científicos. Naturaleza del conocimiento científico.	Valores y estándares. Decisiones científicas. Aproximación a las investigaciones. Influencia de los	Se forman grupos de tres estudiantes, a cada uno se le asigna la preparación y la defensa de una de las tres opiniones acerca del tema para discutirlos y confrontarlos ante los otros grupos.	Taller para el desarrollo de la actividad 3. Video de las opiniones.

	individuos.	El tema comprende la siguiente frase: después de completar su investigación Lavoisier concluyo “la combustión elimina un gas del aire”, los estudiantes opinan sobre cuando es mejor una explicación basados en la afirmación de Lavoisier.	
Ciencia y tecnología. Características de los científicos. Naturaleza del conocimiento científico.	Valores y estándares. Decisiones científicas. Aproximación a las investigaciones. Influencia de los individuos.	Se forman grupos de estudiantes, a cada uno se le asigna la preparación y la defensa de una de las tres opiniones acerca del tema siguiente para discutirlos y confrontarlos ante los otros grupos: Los estudiantes opinan sobre si una vez que una	Taller para el desarrollo de la actividad 4. Video de las opiniones.

		<p>explicación científica ha sido aceptada, ¿será ya aceptada para siempre? basados en la afirmación de Lavoisier.</p>	
--	--	--	--

Tabla 2. Unidad Didáctica: Construyendo La Historia De La Tabla Periódica

TEMA	SUBTEMA	ACTIVIDAD	INSTRUMENTO
<p>Ciencia y Tecnología.</p> <p>Naturaleza del conocimiento científico.</p>	<p>Ciencia.</p> <p>Esquemas de clasificación.</p> <p>Provisionalidad.</p> <p>Modelos científicos</p>	<p>Se realizó una serie de preguntas abiertas sobre:</p> <p>¿Qué es historia?</p> <p>¿Qué sucesos conoces acerca de la historia de la tabla periódica?</p> <p>¿Qué científicos participaron en su construcción y en qué época se desarrolló?</p> <p>Igualmente se propone la realización de modelos de tabla periódica, que han</p>	<p>Esta actividad diagnóstica se realizó basada en preguntas sobre la historia de la tabla periódica.</p> <p>Video de las opiniones.</p>

		observado a través del tiempo.	
Naturaleza del conocimiento científico.	Esquemas de clasificación.	En pequeños grupos los estudiantes discuten y resuelven preguntas acerca de la organización y clasificación de los elementos químicos y utilizan criterios de clasificación para objetos de su entorno.	Taller para el desarrollo de la actividad 1 (conocimientos previos). Video de las opiniones.
Naturaleza del conocimiento científico.	Esquemas de clasificación.	En grupos de estudiantes, se evaluarán los criterios utilizados para la clasificación de los objetos, buscando consensos para unificar criterios, y se hace una comparación con el caso de la tabla periódica.	Taller para el desarrollo de la actividad 2 (actividades de desarrollo). Video de las opiniones.
Naturaleza del conocimiento científico.	Esquema de clasificación.	En pequeños grupos los	Taller para el desarrollo de la

científico.	Modelos científicos. Provisionalidad.	estudiantes, realizaran una actividad, donde se enfatizan los sucesos históricos de la tabla periódica y características de los contextos donde se desarrollo.	actividad 3 (actividades de desarrollo). Video de las opiniones.
Naturaleza del conocimiento científico.	Esquema de clasificación. Modelos científicos. Provisionalidad.	Se observa un video sobre la historia de la tabla periódica y se resuelven una serie de preguntas de acuerdo a los hechos más destacados en su construcción a través del tiempo.	Taller para el desarrollo de la actividad 4 (actividades de desarrollo). Video de las opiniones.
Naturaleza del conocimiento científico.	Esquema de clasificación. Modelos científicos. Provisionalidad.	Se realiza una actividad donde se observa y describe las características de la tabla periódica, específicas y generales.	Taller para el desarrollo de la actividad 5 (actividades de desarrollo). Video de las opiniones.

<p>Naturaleza del conocimiento científico.</p>	<p>Esquema de clasificación.</p> <p>Modelos científicos.</p> <p>Provisionalidad.</p>	<p>En grupos de estudiantes se harán las siguientes lecturas: “La Tabla Periódica Nos Cuenta Su Historia” y “El pasado y el futuro de la tabla periódica”.</p> <p>Luego basándose en las lecturas, resolverán las preguntas de la actividad 6.</p>	<p>Taller para el desarrollo de la actividad 6 (actividades de desarrollo).</p> <p>Video de las opiniones.</p>
<p>Naturaleza del conocimiento científico.</p>	<p>Esquema de clasificación.</p> <p>Modelos científicos.</p> <p>Provisionalidad.</p>	<p>En grupos de estudiantes, se escoge un elemento químico y crean un eslogan o sobre este.</p> <p>Luego se realiza un mapa conceptual en donde se explica la importancia de la historia de la tabla periódica, por último se elabora un escrito</p>	<p>Taller para el desarrollo de la actividad 7 (actividades de refuerzo).</p> <p>Video de las opiniones.</p>

		donde se destaque la importancia del trabajo científico.	
--	--	---	--

7.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: La población objeto de estudio son los estudiantes de la Institución Educativa Augusto E. Medina de Comfenalco, que cuenta con una totalidad de 1600 estudiantes (preescolar, primaria, secundaria y media), que presenta edades entre los 5 y 17 años, se tiene jornada única.

Figura 3. Muestra de estudiantes



Muestra: La muestra seleccionada fueron 13 estudiantes de grado octavo, quienes por sus características de edad están dentro del rango de edad entre los 12 – 14 años que fueron seleccionados al azar.

7.4 FASES DEL DISEÑO METODOLÓGICO

- a. Determinación de las concepciones de NdC que tienen los estudiantes (en los componentes epistemológico e histórico).
- b. Recopilación de datos. Los instrumentos utilizados en la recolección de datos durante esta investigación, fueron los videos durante el transcurso del desarrollo de las unidades didácticas y los registros escritos de cada unidad. Se realiza una transcripción de la información recolectada.
- c. Durante el desarrollo de la investigación se realizaron las actividades propuestas en cada una de las unidades didácticas, socializándose a través de debates, sustentaciones en el tablero de forma verbal y escrita. El desarrollo de las actividades se plasmaron en grupos de estudiantes, anotando sus ideas.

Figura 4. Socialización UD



Figura 5. Actividades UD



- d. Para determinar y realizar el análisis de las concepciones que los estudiantes presentan durante el proceso de desarrollo de las secuencias didácticas a partir de los registros o documentos, se tomo como referencia *“la estructura de las cuestiones del COCTS, según el tema al que se refieren”* planteados por

Bennassar, Vázquez, Manassero y García (2010), en el proyecto *“Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología”*. Ya que las unidades incorporan algunas de las cuestiones del COCTS. Además para el análisis de las concepciones se organizan los estudiantes en 5 grupos, de acuerdo a las ideas sobre NdC que muestran al inicio de las unidades didácticas y la evolución que manifiestan durante el desarrollo de las actividades de la misma, para de esta manera tener mayor eficacia a la hora de analizar los resultados, los educando se ordenaron de la siguiente forma el grupo n°1 y 3 está conformado por dos estudiantes respectivamente, desde el principio mostraban una buena actitud en la participación de las actividades al mismo tiempo de socializarlas para que los demás conocieran sus ideas, los grupos 2, 4 y 5 son de tres estudiantes en cada caso, el grupo 2 se mostraban un poco tímidos muy explícitos al socializar las actividades, se le dificultaba un poco participar sin embargo lo hacían, les toma mayor tiempo realizar igualmente comprenderlas, para el grupo 4 se caracterizó por sustentar de forma verbal más que escrita, en ellos se observa que para dar su opinión, primero discutían en el interior del grupo después daban sus conclusiones, el grupo 5 se dio a conocer por su capacidad de analizar las situaciones presentadas en cada actividad y presenta buenos argumentos al justificarlas.

TABLA 3. Estructura de las cuestiones del COCTS

Temas	Subtemas	Cuestiones
Definiciones		
1. Ciencia y tecnología	01. Ciencia	10111, 10113'
	02. Tecnología	10211
	03. I+D	10311
Sociología interna de la CyT		
6. Características de los científicos	01. Motivaciones	60111
	02. Valores y estándares	60211, 60221, 60222, 60226
	03. Creencias	60311
	04. Capacidades	60411, 60421
	05. Efectos de género	60511, 60521, 60531
	06. Infra-representación de las mujeres	60611
7. Construcción social del conocimiento científico	01. Colectivización	70111, 70121
	02. Decisiones científicas	70211, 70221, 70231
	03. Comunicación profesional	70311, 70321
	04. Competencia profesional	70411
	05. Interacciones sociales	70511
	06. Influencia de individuos	70611, 70621
Epistemología		
9. Naturaleza del conocimiento científico	01. Observaciones	90111
	02. Modelos científicos	90211
	03. Esquemas de clasificación	90311
	04. Provisionalidad	90411
	05. Hipótesis, teorías y leyes	90511, 90521, 90531, 90541
	06. Aproximación a las investigaciones	90611, 90621, 90631, 90641, 90651
	07. Precisión e incertidumbre	90711, 90721
	08. Razonamiento lógico	90811
	09. Supuestos de la ciencia	90921
	10. Estatus epistemológico	91011
	11. Paradigmas y coherencia de conceptos	91111, 91121

Fuente: Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología (Bennassar, Vázquez, Manassero y García, 2010): pag 30

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1 UNIDAD DIDÁCTICA: CONSTRUYENDO LA HISTORIA DE LA TABLA PERIÓDICA

Concepciones de los estudiantes sobre la NdC, en los siguientes subtemas:

8.1.1 Provisionalidad. La provisionalidad, es decir el cambio del conocimiento científico desde la NdC, según los consensos, se propone como: “el conocimiento científico está sujeto a cambios, con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes. Todos los demás aspectos de la NdC apoyan la provisionalidad del conocimiento científico” (Acevedo, Acevedo, Vázquez y Manassero, 2007). Según las concepciones de los estudiantes evidenciadas en el grupo n°1 durante el desarrollo de la secuencia didáctica, corresponden a una visión ingenua sobre el cambio del conocimiento científico, debido a que estos ven el cambio del conocimiento científico como si el conocimiento nuevo fuera la acumulación de conocimiento a través del tiempo. Los estudiantes del grupo n°1 manifiestan sus ideas respecto al cambio del conocimiento como:

“es el conjunto de ideas o acontecimientos recolectados que han pasado de generación en generación”

Igualmente en el desarrollo de la actividad 2, los estudiantes lograron hacer algunas inferencias, logrando evidenciar un leve cambio respecto al tema, notándose una concepción plausible, ya que proponen que el cambio en la ciencia se debe a las correcciones que realizan a través del tiempo, utilizando nuevos instrumentos y técnicas de investigación, como se observa en la siguiente frase:

“claro, porque se fueron descubriendo nuevas cosas, nuevos elementos, debido a que usaron nuevos aparatos, que detectaron los errores de los viejos científicos”

Seguidamente en la realización de la actividad 6 (cambios en la historia de la tabla periódica) , se observa que siguen ocurriendo cambios en las opiniones sobre el tema y por tanto se aportan nuevos componentes que permiten ver la evolución conceptual, en las expresiones, plantean que el cambio en el conocimiento científico se logra a través de la reinterpretación de los antiguos descubrimientos, con elementos de los nuevos hallazgos, lo que permite el cambio de los acontecimientos científicos a lo largo de la historia. Grupo n° 1:

“se fueron descubriendo con el tiempo y va cambiando la forma de pensar de las personas y se volvió más interrogante las cosas y lo que produjo fue que intentaran que averiguáramos el porqué de las cosas y de muchas cosas y eso fueron los interrogantes del para qué y que contenían las cosas, para salir de lo antiguo”

“La tabla periódica cambia de nombre con el tiempo. Ellos tenía un nombre diferente en la medida que iban descubriendo cambiaron”.

“a través del tiempo fueron cambiando las ideas”

“los cambios se aceptaron después de un tiempo”

Por otro lado, las concepciones sobre la NdC del Grupo n° 2, corresponden a una categoría ingenua, debido a que la construcción del conocimiento científico se basa se sobre el anterior, es decir se da una acumulación de saberes sin que se produzca ningún cambio en el conocimiento anterior, presentando una visión positivista de la ciencia, que se refleja en las siguientes frases con respecto a la historia”:

“bueno es la recopilación de sucesos, hechos y datos de los materiales que componen las cosas”

“se basa en el anterior conocimiento científico”

Además en el transcurso del desarrollo de la unidad persistieron en las concepciones ingenuas de la ciencia al no considerarla cambiante, dinámica y provisional, pues para ellos la construcción de la tabla periódica se dio a través de la acumulación de las ideas de los científicos, como se evidencia en la siguiente frase:

“Los científicos unían las ideas de cada uno para llegar a una conclusión fundamental”

Para el caso del Grupo n°3, se observó que las primeras ideas sobre el cambio del conocimiento científico, representaban categorías ingenuas, estableciendo que la historia de la tabla periódica es la recopilación de la información aportada por los científicos a través del tiempo, como se establece en la siguiente afirmación:

“Los sucesos que han pasado en los tiempos antiguos y los estamos utilizando ahora en las nuevas generaciones”.

Igualmente, se observa e interpreta que los estudiantes del grupo n° 3 manifiestan un leve cambio en sus concepciones a través de la realización de la unidad didáctica, reflejando una posición plausible frente a la provisionalidad del conocimiento científico, pues, afirman que el conocimiento científico antiguo cambia totalmente, gracias a la utilización de nuevos instrumentos, que permiten encontrar nuevos descubrimientos, además reflejan una visión realista frente a la ciencia, ya que proponen que las teorías científicas antiguas orientan a las nuevas teorías aproximándose a la verdad:

“digamos que les interesaba dejar este conocimiento para las nuevas generaciones, los nuevos científicos usaban nuevos instrumentos para encontrar o hacer que la vida fuera más evolucionada con respecto a la anterior.”

“cada uno iba cogiendo la información del otro y iba la mejoraba es decir recopilando la información y corrigiéndola por medio de nuevos procedimientos”

El grupo n° 4, representa una concepción plausible al inicio de las actividades de la unidad didáctica, debido a que interpreta el carácter provisional del conocimiento científico, como un proceso que está sujeto a cambios en el tiempo, pero manifiestan que este cambia por la detección de errores en las antiguas teorías por medio de nuevos instrumentos, en este aspecto se trabaja la cuestión evolutiva del componente histórico sobre cómo cambia el conocimiento científico a través del tiempo:

“la historia es la recopilación de hechos, acontecimientos, estudios que cambiaron el rumbo de la historia a partir del uso de nuevos aparatos creados por nuevos científicos y el movimiento de la ciencia a través del tiempo”.

“La historia de la tabla periódica cambia a través que se fueron descubriendo nuevos elementos con la utilización de nuevos aparatos”

Sumado a esto, los estudiantes tuvieron un cambio en el proceso de la elaboración de las respuestas planteadas en la unidad didáctica, pasando de una categoría plausible a una categoría adecuada, reconociendo el carácter provisional del conocimiento científico, pues este puede cambiar en el futuro, comprendiendo el desarrollo histórico y evolutivo de las ciencias:

“Gracias a las ideas de los científicos y nuevos descubrimientos la tabla periódica empezó a evolucionar y cambiar, como por ejemplo paso de 5 elementos a 36”

Con el grupo n° 5, se presentó una concepción plausible en el carácter cambiante del conocimiento científico, se manifiesta, porque reconoce que la historia de la ciencia revela a la vez un carácter evolutivo y revolucionario, que presentan cambios que están influenciados por el contexto, pero sigue persistiendo ideas sobre el rechazo de las teorías antiguas por parte de los nuevos científicos haciendo uso de nuevas técnicas e instrumentos:

“la historia son hechos que ocurrieron a través del tiempo que dejaron huella en el tiempo como el caso de la tabla, gracias a los descubrimientos de los nuevos científicos”

“Son una serie de acontecimientos que han sucedido en el pasado y han cambiado debido a que se descubrieron nuevos elementos que nos llevo a hacer nuevas cosas, como la bomba nuclear”

Aunque estas visiones de ciencia no cambian y permanecen en la categoría plausible, se destaca algunas cuestiones históricas de la ciencia como: evolución e innovación.

8.1.2 Ciencia. La ciencia es definida desde algunos consensos de la NdC, como “un esfuerzo para explicar los fenómenos naturales”, cuyo principal objetivo es adquirir conocimiento sobre el mundo, describiéndolo de manera más sencilla y comprensible (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007). De acuerdo al grupo n° 1, las concepciones que presentaron al inicio del desarrollo de las actividades de la unidad son de categoría ingenua, es así como ellos determinan que la ciencia es desde la historia de la tabla periódica como:

“El descubrimiento de nuevas cosas nuevos elementos”.

Además, los estudiantes enfatizaron en que las herramientas de investigación que utilizaron los científicos son “el método científico”, resaltando algunos pasos de este, como:

“Las herramientas que utilizaron los científicos son: la observación, la recolección de datos y el análisis”

Adicionalmente, la visión de ciencia es adecuada en el aspecto de la observación, ya que la ciencia se basa al menos parcialmente, en observaciones del mundo natural, pero para hacer ciencia no existe un único método científico.

Por otra parte se evidencia que en la medida en que se avanza el proceso de las actividades de la unidad, se va siendo notorio un cambio conceptual de ciencia, viéndose esta como el estudio de diferentes campos como por ejemplo la química con el descubrimiento de la tabla periódica, además que se asocia con la exploración de lo desconocido y el descubrimiento de nuevas cosas sobre el mundo:

“el ser humano siempre ha tenido curiosidad de lo que lo rodea y pues al ver tantas clases de cosas y pues le dio ganas de descubrir más cosas, también para saber diferenciar los elementos.”

Como se ve en la afirmación, la visión de ciencia presenta un aspecto importante del trabajo científico, el cual refleja la curiosidad que es un proceso cíclico de hacer preguntas y buscar respuestas que conducen a nuevas preguntas, es decir los estudiantes pasaron de una categoría ingenua a una plausible, teniendo en cuenta aspectos de la ciencia como la curiosidad, para la búsqueda de nuevas cosas.

Asimismo, se percibe un avance más claro en las actividades finales, donde los estudiantes manifiestan que la ciencia es intento por explicar los fenómenos de la naturaleza, en el cual se requiere un proceso investigador sistemático:

“la ciencia es conocer y hablar de las cosas que está hecho el universo y conocer que están hechos los materiales”

“para ser como estaban compuestas las cosas”

“para saber de que están hechas las cosas”

El grupo n° 2, presentan una visión descontextualizada de ciencia, debido a que piensan que esta sirve para el diseño de objetos que permitan mejorar la calidad de vida, además del papel fundamental de la observación a la hora de hacer ciencia, aunque esta es un base de la ciencia no es la única forma de realizarla:

“la ciencia se basa principalmente en la observación por que digamos que aportaron los elementos químicos y con esta se hace la ciencia, pues los científicos son los descubridores, y la observación es lo que hacen”

“La ciencia es la creación de nuevos aparatos y cosas, para qué sirviera en la actualidad a los demás”

Por consiguiente, en el transcurso de la implementación de la unidad didáctica no se observa avances en la concepción de los estudiantes acerca de la ciencia, ya que expresan que la ciencia consiste en inventar cosas para mejorar la calidad de vida, como por ejemplo construir electrodomésticos:

“La ciencia es el descubrimiento de nuevos elementos o aparatos, como por ejemplo los electrodomésticos”

“la ciencia son como estudios que se han dado para poder inventar algo o construir algo”

De igual forma el grupo n° 3, presenta ideas ingenuas sobre ciencia, ya que la consideran como una acumulación de datos empíricos, es decir resaltan la visión lineal de la ciencia, además de manifestar su carácter metodológico para llegar a verdades absolutas. Como se plantea en las siguientes frases:

“la ciencia son los estudios y método que se realizan a lo largo del tiempo, para poder llegar a descubrir la verdad”

“la ciencia es una acumulación de datos de los científicos para lograr la verdad de las cosas”

A partir del desarrollo de las actividades de la unidad didáctica se evidencia un leve cambio con respecto a la definición de ciencia, pues esta se considera como la

indagación de lo desconocido para descubrir cómo funciona el mundo, además de asociar la ciencia con la realización de experimentos que ayudan a resolver problemas sobre el mundo. Algunas de estas frases que manifiestan el cambio de ideas sobre ciencia son:

“la ciencia son los estudios que se realizan sobre un tema de interés actual”

“la ciencia son diferentes estudios o experimentos que se hacen sobre un tema para resolver problemas”

En los estudiantes del grupo n° 4, se observa al inicio de las actividades una concepción plausible con respecto a la definición de ciencia, en relación a la historia de la tabla periódica, pues la consideran como el hecho de descubrir cómo está constituido el mundo, y como los científicos se organizan en un objetivo común para construir nuevos conocimientos. En algunas ideas se destacan:

“El objeto de la construcción de la tabla periódica: es para comprender de que están constituido los elementos y el desarrollo que se vino dando entre ellos”

“los científicos tenían un objetivo común que era organizar los elementos de la tabla periódica, por medio de sus ideas y técnicas”

“los científicos son los que nos ayudan y ayudan a las demás personas a entender y comprender el funcionamiento del mundo, con sus experimentos y procedimientos”

En contraste con estas ideas, sobresale una modificación en el cambio conceptual, que pasa de una visión plausible a una adecuada, resaltando el trabajo grupal de los científicos, debido a que la actividad científica es colectiva, donde los individuos hacen contribuciones significativas. Como se observa en las siguientes afirmaciones:

“que no fue un solo científico que construyó la tabla periódica sino que fueron varios”

“la relación de los científicos pues básicamente era que todos aportaban ideas, todos tenían algo que decir una opinión, un punto de vista, afectaba para que se aportara y mejorara las investigaciones”

En el grupo n°5, se evidencio una actitud plausible respecto a la ciencia de acuerdo a la historia de la tabla periódica, ya que consideran la ciencia y el trabajo científico como una forma de adquirir conocimientos para lograr un lugar mejor para vivir, sumado a esto, la ciencia se realiza a través de experimentos que resuelvan problemas de utilidad para la mundo, teniendo como ejemplo el descubrimiento de elementos de la tabla periódica. Tal como se muestra en las siguientes frases:

“La ciencia se utiliza para adquirir un buen conocimiento acerca de los elementos de la tabla periódica, para conocer su función, composición de la materia, y clasificación, para usarlos en la cura de enfermedades y solución de otros problemas”

“Los científicos estudiaron los elementos de la tabla periódica con diferentes técnicas, para saber por quien fue descubierto para obtener buenos resultados, para determinar sus componentes y descubrir nuevos elementos”

Asimismo prevalece una creencia plausible en el transcurso de las actividades de la unidad didáctica, debido a que persisten en que la ciencia se utiliza para resolver problemas de la vida cotidiana a través de los experimentos, además de manifestar que uno de los objetivos de los científicos es utilizar unas técnicas para descubrir y crear nuevos elementos químicos. Igualmente los estudiantes manifiestan que el trabajo científico es una actividad de carácter individual, asumiendo una concepción errónea, pues como dice Marín, Benarroch y Niaz (2011), en algunos consensos se afirma que “El trabajo científico es una actividad colectiva y, a la vez, competitiva. Aunque algunos individuos pueden hacer contribuciones significativas, con mucha más frecuencia el trabajo científico se lleva a cabo en grupo, a menudo con carácter multidisciplinar e internacional.” Algunas de estas ideas son:

“Para tener un mejor uso de los elementos de la tabla periódica es necesario conocer su función y realizar trabajos con técnicas, que ayuden a descubrir nuevos elementos, nuevas cosas, para tener una química base”

“los científicos trabajaron de forma individual”

“el trabajo de los científicos empezó por buscar de que esta hecho el universo y se inicio con el agua”

8.1.3 Modelos Científicos. Los modelos científicos según Adúriz (2005) “es una representación abstracta de un fenómeno, pero se asemeja a muchos otros fenómenos para entender, los cuales sirven de ejemplo característico, es decir son esquemas que pretenden explicar fenómenos de la naturaleza, además desde el punto de vista histórico se conoce como “las variaciones que sufren las teorías científicas a través del tiempo” (Estany, 1990), en este caso se conocerán las concepciones de los estudiantes acerca de los modelos de tabla periódica y el cambio histórico de las teorías de esta.

En primer lugar el grupo n°1, manifiesta en sus ideas sobre ciencia, una actitud ingenua, pues para ellos los modelos científicos son copia de la realidad, de acuerdo con los elementos de la tabla periódica, esta es la representación de cómo son los elementos de la naturaleza e información para conocerlos, asimismo se destaca que el conocimiento científico es acumulativo al referirse al descubrimientos de los elementos a través del tiempo. Algunas de las frases son:

“La tabla periódica nos muestra los elementos en la naturaleza, para conocerlos y estudiarlos”

“la tabla periódica se realizo, cuando fueron descubriendo poco a poco los elementos, que se encuentran en la naturaleza”

Por consiguiente, durante el desarrollo de la unidad se presentaron avances en el cambio de las concepciones, de ingenua a plausible, debido a que describen que los modelos científicos son ideas o conjeturas informadas de la realidad, ya que esta no se puede observar, es decir son copias o representaciones que se aproximan a la realidad, basadas en observaciones e investigaciones. Tal como se observa en las siguientes frases:

“La tabla periódica es una muestra de los elementos, que representa algunas cosas, primero las letras en las cuales se representa el elemento, después iba el nombre y la Z que representa el número atómico y la n que representa la masa o el peso atómico por ahí”

“organizar la tabla periódica para que nos sirviera de modelo y así saber sobre los elementos que hay en la naturaleza”

Por otra parte, se analiza que siguen ocurriendo cambios en las creencias de los estudiantes del grupo n°1, pues pasan de una concepción plausible a una adecuada, al considerar que los modelos cambian con el tiempo al igual que el conocimiento:

“La tabla periódica tenía un nombre diferente, en la medida que iban descubriendo y cambiando con el tiempo”

“se habla de que en un futuro se podría tener un orden específico para tener un avances en el desarrollo de la ciencia entonces Döbereiner, Meyer y Mendeleiev quisieron ordenar para que en un futuro fuera más fácil la investigación y eso”

Para el grupo n°2, se destaca al inicio de la unidad, una postura ingenua frente a los modelos científicos, ya que asumen que el modelo de tabla periódica es verdadero, debido a que se hacen muchas pruebas científicas para demostrarlo, asimismo destacan el objetivo del modelo es mostrar la realidad:

“Pues es obvio que la tabla periódica se realizó gracias a los experimentos realizados por algunos científicos como Dalton y todos ellos fueron que los originaron el átomo para decir que todo eso era materia, necesario para llegar a saber la tabla periódica”.

“El objetivo de los científicos era buscar información de cada elemento existente que se conoce y copiaron esta tabla para volverlo un tema general y aprender acerca de los elementos”

En la medida en que se desarrolla la unidad, se observa que persiste una concepción ingenua, al manifestar que los modelos son copia de la realidad, que a su vez realizan pruebas científicas para demostrarlo. Algunas de las frases que representan estas concepciones son:

“En la construcción de la tabla periódica todos los científicos aportaron algo por medio de experimentos, así fuera de manera mínima para la creación de la tabla periódica, representando los elementos que están en la naturaleza”

“es una tabla construida gracias a los aportes de investigaciones de los científicos, que nos explica múltiples modelos atómicos de la realidad”

Para el caso del grupo n°3, los estudiantes muestran una actitud ingenua con respecto a los modelos científicos, ya que afirman, que los científicos tienen el conocimiento absoluto de la realidad, demostrado en sus pruebas científicas. Además de una visión acumulativa de la ciencia al resaltar la recolección de elementos a través de descubrimientos. Como se evidencia en las siguientes afirmaciones:

“el descubrimiento de la tabla periódica se inicio con los cuatro elementos y después con el tiempo fueron aumentando 62 y que ahora tenemos 118 elementos descubiertos”

“porque durante el tiempo, por medio de experimentos se descubrieron elementos, pero entonces ellos esperaban encontrar más cosas y podría decir que se trata de tiempo, ya que los científicas descubrían la verdad”

A esto se añade, que en el transcurso de las actividades, los estudiantes manifiestan una modificación en la actitud, que pasa de ingenua a plausible, considerando que los modelos son aproximaciones de la realidad, basadas en observaciones científicas. Algunas frases son:

“Los científicos de la tabla periódica, representan los elementos de la naturaleza, pues ellos quieren agrupar y mejorar la tabla periódica de acuerdo a sus observaciones”

“La tabla periódica es importante para saber de que están compuestas las cosas, y representarlas”.

Por otro lado, los estudiantes del grupo n°4, presentan concepciones plausibles al inicio del desarrollo de la unidad, porque identifican que el conocimiento de los modelos científicos, son construcciones o copias de la realidad, que se basan en investigaciones. Como se observa en las siguientes afirmaciones:

“Los científicos investigaron sobre los elementos de el mundo que nos rodea e hicieron la tabla periódica, pues les interesaba dejar este conocimiento para las nuevas generaciones o hacer que la vida fuera más evolucionada con respecto a la anterior”.

“los científicos investigaron y daban sus ideas de manera individual y contestaban razonablemente a partir de la unión de sus ideas, dando como resultado la tabla periódica, como representación de la naturaleza”

A esto se añade, que las concepciones evolucionan de una visión plausible a una adecuada, pues manifiestan que los modelos científicos son ideas de la realidad, gracia a las investigaciones. Además tocan otros aspectos de la ciencia como el trabajo grupal

de los científicos en la construcción del modelo de tabla periódica. Como se muestra en las siguientes frases:

“la curiosidad de la composición de la naturaleza, hizo que los científicos realizaran el modelo de tabla periódica, investigaron y entonces después de esto, iniciaron a organizar esto, para conocer sus utilidad y representar los elementos”

“Los científicos trabajaron de manera grupal, porque ellos veían a otros científicos que tenían la información importante para la realización del modelo”

En el grupo n° 5, se presentan ideas plausibles sobre el modelo científico, ya que se asume que los modelos científicos son aproximaciones de la realidad, que se basan en observaciones científicas. De igual forma se resalta otros aspectos de ciencia, como el reconocimiento de los científicos, es decir las motivaciones de los científicos a la hora de hacer ciencia. Estas se reflejan en las siguientes ideas:

“la tabla periódica es un representación de los elementos que forman la naturaleza y los contruidos por los científicos, se hizo gracias que cada científico proponía nuevas ideas y elementos, lo hicieron por curiosidad por conocer más”.

“los científicos realizan investigaciones, porque aparte de que podían ganar dinero, estos tenían la posibilidad de ganar su imagen ante los demás, era importante su imagen científica ante los demás”.

Igualmente el grupo n°5 continua con una imagen plausible de la ciencia respecto a los modelos científicos, debido a que ven los modelos científicos como ideas y construcciones aproximadas de la realidad, basadas en observaciones y descubrimientos científicos, en el caso de la tabla periódica manifiestan que es una representación de los elementos de la naturaleza, además que siguen resaltando la motivación de los científicos a nivel económico. Esto se muestra en las siguientes frases:

“La tabla periódica es una creación de los elementos químicos, realizada por varios científicos, porque es imposible que una sola persona tenga tanto conocimientos, ni en una vida se puede lograr todo lo que descubrieron”.

“Los científicos hicieron la tabla periódica por varias razones, una por querer ganar plata, otra por querer explicar la realidad del mundo.”

8.1.4 Esquemas de clasificación. Los esquemas de clasificación son las formas de clasificar la naturaleza, de acuerdo a los criterios establecidos por los científicos, pero “pueden existir otras formas correctas de clasificar el medio natural pues la ciencia es susceptible de cambiar” (Marín, Benarroch y Niaz, 2011), en esta situación se conocieron las concepciones de los estudiantes frente a las criterios de clasificación que sufrió la tabla periódica en su desarrollo histórico.

Para el grupo n° 1 en el inicio de la unidad se percibió que las concepciones son ingenuas, debido a que ven la clasificación de los elementos químicos, como algo que se ajusta a la realidad de la naturaleza ya que según ellos, los científicos usan las características que observan en los elementos cuando los clasifican. Como se evidencias en las siguientes frases:

“La historia de la ciencia inicio con este científico, él decía que todo estaba constituido por estos elementos que observa en la naturaleza y decidió clasificarlos.”

“Los científicos crearon la tabla periódica al observar de que está compuesta la naturaleza, identificando sus características y función”

Al llegar a la siguiente fase de las actividades las concepciones de los estudiantes del grupo n°1 pasan de ingenua a plausible, manifestando que la clasificación que hacen los científicos, se realiza de una manera sencilla y lógica teniendo en cuenta que hay otras formas. Estas se resaltan en las siguientes expresiones:

“Los científicos fabricaron la tabla periódica de manera fácil para identificar su número de electrones, número atómico y saber si los ha fabricado el hombre o son de la naturaleza”

“Los científicos hicieron la tabla periódica para diferenciarlos elementos y saber su utilidad, aunque hay otras formas de hacerlo esta es la más fácil”.

A hora bien se observa que el grupo n° 1 cambia de nuevo sus actitudes pasando de plausible a adecuada, ya que expresan que la clasificación científica de los elementos de la tabla periódica se realiza de una manera específica con un acuerdo universal, pero podrían haber otras formas de clasificar estos elementos, ya que la ciencia cambia y pueden haber nuevos descubrimientos y así modificar la clasificación.

“los científicos realizaron la tabla periódica, descubriendo muchos más elementos de los que habían encontrado en el principio, esta fue cambiando con el paso del tiempo hasta conformar más la tabla periódica, haciendo más descubrimientos en fin, nuevas formas de organizar los elementos de la tabla.”

“Los científicos que trabajaron realizando la tabla periódica, unieron sus ideas para cada vez mejorar la investigación, cambiando y mejorando cada día”

En el caso del grupo n°2, se observa que presentan al inicio de las actividades ideas ingenuas sobre los esquemas de clasificación que utilizan los científicos en la tabla periódica, pues afirman que la clasificación es una copia real de la naturaleza, por que los científicos lo han comprobado durante mucho tiempo.

“El siglo XVIII fue el más importante porque se descubrieron muchos elementos, gracias al trabajo de los científicos que hicieron experimentos para dar a conocer los elementos que forman la naturaleza”

“Las investigaciones que hicieron los científicos sobre los elementos de la tabla periódica, permitió organizarlos por medio de sus electrones, número atómico y hasta

el día de hoy tenemos 118 elementos, que refleja lo que se encuentra en la naturaleza, gracias a sus predicciones”

Consideremos ahora, que el grupo n°2, persiste en sus ideas ingenuas sobre este aspecto de la NdC, ya que consideran la clasificación de los elementos químicos, como un reflejo de lo que se observa en la naturaleza, comprobado por los científicos. Esto se evidencia a través de las siguientes afirmaciones:

“Los científicos realizaron muchos estudios para encontrar la composición de diversos materiales que forman el mundo y observaron sus características para clasificarlos”

“En la tabla periódica podemos observar el descubrimiento de los elementos y la clasificación según sus características, gracias a las observaciones realizadas por los científicos, además aprendimos quienes descubrieron los elementos y porque son importantes en la vida”

Para el grupo n°3, las concepciones que presentaron los estudiantes en el inicio de la unidad son de tipo ingenuo, pues asumen que la clasificación está relacionada con lo que los científicos observan en la realidad y el resultado de muchas investigaciones a lo largo del tiempo. Tal como se muestra en las siguientes frases:

“La organización de los elementos que forman la naturaleza hecha por Mendeleiev, se ajusta a la realidad sobre cómo estaba constituido el mundo, otros trabajos de los científicos llegaron a la aceptación de que hay más elementos”

“que el padre de la tabla periódica no fue Mendeleiev ya que hubieron muchos detrás de él, que observaron la naturaleza y que ayudaron a clasificar los elementos de acuerdo a las características que observaron de ellos”

Por otro lado, el grupo n°3 manifiesta un cambio de actitud, pues esta pasa de ingenua a plausible, los estudiantes expresan que la clasificación se realiza de una forma fácil y

lógica para entender y comprender la naturaleza, pero resaltando que existen otras formas de realizar esta. Como se analiza en las siguientes afirmaciones:

“Al descubrir los elementos de la naturaleza, se pensó la idea de hacer la organización los elementos de la tabla periódica, de forma clara y explicable de sus características, uno organizó los elementos en grupos de tres y los llamo triadas, luego hubieron otras formas de clasificar”

“Los científicos ayudaban a descubrir nuevos elementos y a encontrar más cosas, ver si se clasificaban estos de forma fácil, de diferentes formas, ya que la ciencia influye en la tecnología”

Los estudiantes del grupo n°4 reflejan actitudes plausibles en el desarrollo de la unidad didáctica, puesto que manifiestan que la clasificación de los elementos de la tabla periódica se hace con la intención de mostrar una organización clara y racional de acuerdo a algunos parámetros, aunque existen otras formas de realizar la clasificación. Algunas de las ideas que expresan son:

“Los científicos ayudaron a ver al mundo de una forma fácil, para no quedarnos en el mismo hecho de saber que todo estaba constituido por los cuatro elementos agua, tierra, fuego y aire, además nos permitió avanzar en nueva formas de clasificar, ya que todos tenían sus propios elementos y formas de organizar de acuerdo a como están constituido los elementos”

“Los científicos llegaron a la conclusión de organizar los 118 elementos de una forma clara y correcta para estudiarlos, según los descubrimientos que habían hecho sobre ellos”

Contrariamente a las concepciones expresadas al inicio de las actividades, los estudiantes cambian sus ideas de plausibles a adecuadas, que se refleja en la idea de que la naturaleza es diversa, por lo tanto existen muchas formas de clasificarla,

entonces para realizarla se deben llegar a consensos entre los científicos. Esto se manifiesta en las siguientes frases:

“Al conocer la historia de los elementos como surgieron que hicieron para encontrarlos, cuáles fueron las bases que utilizaron, también para saber cómo organizar los elementos, descubrimos que hay muchos elementos y que faltan por descubrir a un más en la naturaleza, además también se conocieron las diferentes formas que utilizaron los científicos para organizar los elementos”.

“Los científicos al hacer la tabla periódica, tuvieron una relación era que todos aportaban algo y unían sus ideas de forma grupal, juntaron sus ideas para hacer una sola clasificación, además investigaban y contestaban razonablemente, hubieron cambios que se aceptaron después de un tiempo”.

Por otra parte, el grupo n°5 mostro actitudes de tipo plausible, determinando que la construcción de la tabla periódica es una clasificación que se hace de manera razonable, teniendo en cuenta que existen diversos criterios para su elaboración como las características de los elementos y su importancia en la búsqueda de estos. Algunas de las frases que representan sus concepciones son:

“El objetivo de los científicos al hacer la tabla periódica era organizar los elementos fácilmente para identificarlos, conocer su función, características y como están compuestos, número atómico y origen, además de otras formas de clasificarlos”

“Los científicos hicieron la tabla periódica para diferenciar los elementos y encontrarlos de una forma más fácil y rápida, teniendo en cuenta que pueden existir otras formas de organizarlos”

Igualmente no se evidencia cambio en los estudiantes del grupo n°5, pues siguen presentando concepciones de tipo plausible al considerar que los esquemas de

clasificación están determinada por más de un sistema clasificación, aunque los científicos lo hacen de la una manera más sencilla y lógica. Algunas de las frases son:

“Que los científicos organizaron la tabla periódica de acuerdo a la organización y composición (electrones, protones, neutrones). Además que se organizan de varias formas como: según su composición y según números en filas, haciendo más fácil su búsqueda”

“Los científicos hicieron la tabla periódica de forma simple, para que a la hora de buscar los elementos los podamos encontrar rápidamente.”

8.2 UNIDAD DIDÁCTICA: LOS CIENTÍFICOS CONSTRUYEN EXPLICACIONES: EL CASO DE “OXIGENO O FLOGISTO”

Concepciones de los estudiantes sobre la NdC, en los siguientes subtemas:

8.2.1 Ciencia. El proceso de hacer ciencia como lo define Adúriz (2005) “es explicar la estructura profunda del mundo, teniendo en cuenta que los modelos no son copia directas de la realidad, sino más bien analogías parciales.” Por lo tanto está sujeta a cambios tanto en su pensamiento como acción, que tiene como objeto intentar explorar y conocer el universo.

Para el grupo n° 1 al inicio de las actividades de la unidad didáctica se observó una actitud plausible debido a que los estudiantes, afirman que el proceso de hacer ciencia son todas las acciones que se hacen para comprender lo que sucede en el entorno, tal como se manifiestan en las siguientes ideas:

“la ciencia estudia sobre algún tema y hace experimentos para conocer sobre él, para seguir teniendo más datos sobre él y explicaciones para poder decir que es eso y dar una definición de lo que ocurre en la naturaleza”

“La ciencia son los estudios, que se realizan para entender las cosas que observan en la naturaleza”

Continuando con el desarrollo de la unidad se analiza que los estudiantes presentan un cambio en su postura y pasan de un plausible a una adecuada, porque describen el proceso de realizar ciencia como una explicación de los diversos fenómenos que se observan en la naturaleza y que pueden comprobarse mediante varias formas, como se evidencia en las ideas que se exponen a continuación

“La ciencia son diferentes estudios que se hacen sobre un tema o investigaciones, para determinar diferentes tipos de metodologías científicas que ayudan a conocer que pasa en la naturaleza”.

“La ciencia sirve para aprender muchas cosas, descubrir cosas, la creación de adaptaciones al medio que se pueden verificar por medio de experimentos que los científicos repiten muchas veces”

Para el caso del grupo n° 2 se muestra que al principio en la solución de la unidad didáctica presenta una visión ingenua, puesto que el proceso de hacer ciencia lo relacionan con la utilización de la tecnología, para revelar los fenómenos de la naturaleza, se evidencia a través de las siguientes expresiones:

“La ciencia descubre cosas nuevas, gracias a la tecnología que le ofrece objetos para hacerlo.”

“La ciencia es un conjunto de pasos y normas que tienen orden que permiten realizar nuevos conocimientos utilizando la tecnología como un elemento para conseguirlo”

A través del desarrollo de las actividades el grupo n°2 mostro transformaciones al cambiar las concepciones ingenuas por plausibles, ya que su visión del proceso de elaborar ciencia, está encaminada a que existen varios métodos tanto de tipo

cuantitativo como cualitativo que sirven para comprender el universo. Algunas de estas ideas son:

“La ciencia se realiza probando y cometiendo errores, ósea a los científicos les da una duda comienzan a investigar a profundizar el tema a observar, a estudiar sobre el tema y hacer experimentos para conocer sobre él, para seguir teniendo más datos sobre él y explicaciones para poder decir que es eso y dar una definición”

“La ciencia se hace por medio de los diferentes métodos, que dicen los científicos para conocer y entender la naturaleza”

Los estudiantes del grupo n°3 al iniciar las tareas planteadas en la unidad presentan una postura ingenua, que reflejan al definir el proceso de hacer ciencia como la aplicación del método científico, como la única vía para lograr este proceso, esto se evidencia en los siguientes argumentos:

“La ciencia utiliza únicamente método científico, para investigar los fenómenos de la naturaleza”

“Ciencia usa el método científico para hacer estudios, para poder llegar a lograr algo”.

A continuación el grupo n° 3 sufre un cambio conceptual pues pasa a una actitud adecuada, al considerar que la ciencia se realiza a través de la verificación de las explicaciones que se analizan y observan en la naturaleza. Como se evidencia en las siguientes frases:

“La ciencia se realiza por estudios que se hacen para llegar a un propósito, como por ejemplo la de la célula y explicar todo lo que hay en su interior, para lograrlo se hicieron varios experimentos”

“Para hacer ciencia se necesita de varios experimentos, que puedan comprobar que los descubrimientos están bien hechos como por ejemplo lo que paso con el flogisto”

En el caso del grupo n° 4 desde el inicio presentaron una concepción adecuada que se mantuvo durante todo el proceso, ya que tenían claro que para hacer ciencia, es indispensable observar y plantear explicaciones que ayuden a comprender los fenómenos que suceden en la naturaleza y que además es indispensable que se confirme la veracidad mediante varias métodos, como se muestra en las siguientes afirmaciones:

“La ciencia se hace con la intención, de saber cómo funcionan las cosas y los científicos lo investigan”

“La ciencia se realiza por medio de lo que se ve en el universo y lo que intentan decir los científicos, con los experimentos que se hacen muchas veces como por ejemplo la explicación si se quitaba o no se quitaba el flogisto.”

Para el grupo n° 5 se noto que al iniciar el desarrollo de la unidad didáctica, presentan una actitud plausible, pues perciben el proceso de realizar ciencia como todas las acciones que se hacen para comprender como funciona el mundo en el que se encuentra como se evidencia a continuación:

“la ciencia está cambiando, porque cada vez quiere explicar mejor como actúa la naturaleza”.

La ciencia cambia una forma de ir explicando con el tiempo la van mejorando, las cosas anteriores desaparecen y se van creando unas nuevas para entender al mundo mejor”.
Con el análisis de las actividades de la unidad se observa que los estudiantes del grupo n° 5 persiste con una postura plausible, en esta etapa tienen en cuenta que existen varios métodos para entender los fenómenos de la naturaleza, algunas frases son:

“La ciencia se hace teniendo en cuenta que tiene un orden que permiten realizar nuevos conocimientos o confirmarlos usando varias formas”.

“la ciencia busca conocer como está formado el mundo usando diferentes formas que permiten saber si es cierto o falso lo que se descubre.”

8.2.2 Historia. El componente histórico de acuerdo alguno consensos “revela un carácter evolutivo y revolucionario de la ciencia” (Benarroch, Marín y Niaz 2013), que permite ver los cambios en cuanto a diversos aspectos que incluyen sucesos nuevos en la ciencia y su impacto en el contexto, el cambio del conocimiento científico, la decisión en cuanto a los modelos que se utilizan en determinadas situaciones.

El grupo nº1 en cuanto al componente histórico, presenta una actitud plausible debido a que reconoce que la historia cuanta los hechos relevantes teniendo en cuenta la influencia del contexto en ese momento, como se observa en las afirmaciones:

“La historia es como un transcurso de hechos que se da a través del tiempo que nos cuentan que ha transcurrido en las épocas antiguas”.

“es la recolección de datos hechos posteriormente de los descubrimientos”

El grupo nº1 a través de la resolución de las tareas de la unidad reflejo un avance puesto que presenta una concepción adecuada, en cuanto a la historia ya que la relaciona con los cambios que se producen con el tiempo, teniendo claro que hay avance y retrocesos, el papel que tienen los científicos, las formas de hablar y actuar en el mundo. Como se demuestra con las siguientes expresiones:

“La historia son las ideas y las experiencia que hacen los científicos a lo largo del tiempo, que muchas veces cometen errores para descubrir cosas, que sirve para conocer y entender el mundo”

“La historia de La ciencia, nos cuenta como se han hecho los descubrimientos que problemas tiene para hacerlo y como los científicos trabajan.”

Para el caso del grupo nº2 al principio de las actividades de la unidad didáctica se analizan que tienen una posición inadecuada, porque ven la historia como un simple recopilación de datos. Tal como se muestra a continuación:

“La historia de la ciencia son sucesos que han pasado con los años y que nos cuenta los antepasadas”

“La historia de la ciencia es lo que nos han contado desde hace mucho tiempo.”

De igual manera se encuentra que los estudiantes del grupo nº2 han evolucionado debido a que muestran una actitud plausible, ven la historia de la ciencia como una serie de cambios que han repercutido en la sociedad y como los científicos tienen criterios de decisión. Esto se destaca con las siguientes frases:

“La historia de la ciencia, es la recolección de datos que muestran los cambios que se hacen con el tiempo y como los científicos deciden que descubrimientos sirven.”

“La historia de la ciencia muestra el transcurso de hechos que se da a través del tiempo, los cambios que tiene y que han realizados los científicos en sus experimentos desde las épocas antiguas a nuestra época actual.”

Por otro lado el grupo nº3 al comienzo de la solución de la unidad, se analiza que presenta una concepción ingenua, por tener una visión de la historia de la ciencia como un suceso de eventos que se pasan de generación en generación y que no tiene trascendencia en el contexto. Se observa a continuación

“La historia de la ciencia es lo que nos cuentan nuestros antepasados”

“La historia de la ciencia son todos las situaciones que pasan con el tiempo realizada por los científicos”

Así mismo el desarrollo de las diversas actividades de la unidad didáctica trajo como consecuencia, que el grupo nº3 obtuviera un avance significativo porque paso de una postura ingenua a una adecuada, pues reconocen que la historia de la ciencia presenta una serie de transformaciones, que están determinadas en cierta parte por los científicos que presentan criterios para definir esos cambios, que como en ciertos momentos se avanzo también se retrocedió en determinados aspectos y la influencia en el contexto en cada época. Esto se evidencia con los argumentos que se muestran a continuación:

“La historia de la ciencia son todas las cosas que pasaron en el tiempo que permitieron que la ciencia avanzara, pero que tuvieron problemas para hacerlo que los científicos peleaban para encontrar respuestas a las situaciones en cada época”

“La historia de la ciencia nos cuenta todos los hechos que pasaron con los descubrimientos, como hicieron los científicos para darse cuenta de lo que pasa en la naturaleza, todas las dificultades que pasaron para dar algunas respuesta como por ejemplo lo del flogisto”

El grupo nº4 desde el principio hasta el final mostro una postura adecuada ya que tenía claro que la historia de la ciencia muestra cómo cambia en el tiempo, las novedades que presenta, las modificaciones en cuanto a los cambios conceptuales, la actitud de los científicos en cuanto a la toma de decisiones, tal como se observa:

“La historia de la ciencia nos enseña cómo se hicieron los descubrimientos en cada período, como los científicos hicieron para escoger el mejor experimento que contestara las preguntas a los interrogantes, de cómo funciona la naturaleza como por ejemplo la organización de los elementos de la tabla periódica”

“La historia de la ciencia dice como se hizo para entender el mundo por medio de los experimento que hacían los científicos, como peleaban para escoger el que mejor

contestara sus preguntas, mejor dicho relata cada situación en donde explica como se hizo la ciencia”

A esto se añade que el grupo n°5 en sus inicio tiene una postura plausible, que se refleja en afirmar que la historia de la ciencia enseña las modificaciones que ha presentado a lo largo de los años y como el conocimiento de los científicos a sufrido cambios. Como se muestra en las siguientes frases:

“La historia de las ciencia dice como se hizo la ciencia y todos las cosas que ha pasado con el tiempo como cuando habían guerras, que científicos hicieron investigaciones”

“La historia de la ciencia muestra los sucesos que han pasado de generación en generación, donde se mira los problemas y las soluciones para las preguntas de cómo funciona el universo”

El grupo n°5 continua con una postura plausible al indicar que la historia de la ciencia permiten identificar el cambio de la ciencia a lo largo de los años, el rol de los científicos en su construcción y todos los obstáculos que se presentaron para encontrar entender cómo actúa el universo. Como se evidencia en las siguientes expresiones:

“La historia de la ciencia nos cuenta todos las cosas que pasaron con la ciencia como se creo, que científicos ayudaron y que hicieron para investigar”

“La historia de la ciencia nos dice como se hacen los descubrimientos, que hicieron los científicos y como cambio la vida de las personas en ese momento”

8.2.3 Valores y estándares. De acuerdo a los consensos se definen a los valores y los estándares “Los científicos, lo mismo que otros profesionales, son humanos, apasionados y comprometidos con su trabajo. También confía en la inspiración y la imaginación” (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007).

Las decisiones en la aplicación del conocimiento científico y técnico no son neutrales; por tanto, podrían entrar en conflicto con valores morales y éticos de diversos grupos sociales” (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2007). Es decir los científicos se encuentran influenciados por el contexto y su personalidad que los llevan a tomar las decisiones. En el caso del grupo n°1 se evidencia que presentan una concepción plausible pues determinan que los científicos para hacer ciencia son personas que tienen su propio carácter y los hay de diversa índole algunos son sicocorrigidos y otros de mentalidad abierta con respecto a su labor como se observa en las afirmaciones:

“Los mejores científicos, son personas que tienen características diferentes y a la hora de hacer ciencia pueden ser abiertos y objetivos o cerrados y subjetivos”

“Los científicos tienen cualidades personales, que intervienen en hacer mejores experimentos y conclusiones que ayuden al progreso de la ciencia”

El grupo n°1 mostro un cambio debido a que paso de una postura plausible a una adecuada ya que afirman que los científicos para hacer ciencia tienen una multitud de características personales que en definitiva permiten realizar su labor como se ve a continuación:

“Los mejores científicos son aquellos que tienen mejor creatividad e imaginación en la búsqueda de explicaciones de la naturaleza”

“Los científicos buenos son los que hacen mejor su trabajo y además son originales y creativos”

Ahora el grupo n°2 al iniciar la solución de las preguntas en la unidad didáctica presenta una postura ingenua, al considerar que los científicos para realizar ciencia debe ser de mentalidad abierta, equitativo y objetivos en su labor pues garantiza el éxito, tal como se evidencia en las expresiones:

“Los científicos son mejores cuando son objetivos e imparciales y de mentalidad abierta que les permite hacer mejor ciencia”

“Entre más objetivos y rigurosos sean los científicos mejores serán sus resultados”

Para el caso del grupo n°2 con el desarrollo de la unidad se analizó que cambiaron su posición por una plausible, al identificar que los científicos para hacer su labor deben ser objetivos o subjetivos dependiendo del carácter. Algunas frases son:

“Los mejores científicos no deben ser subjetivos y cerrados al hacer ciencia porque perjudica la investigación”

“Los buenos científicos no permiten que sus características personales intervengan en su trabajo”

El grupo n°3 al comienzo en el desarrollo de la unidad didáctica presento una postura ingenua al reafirmar que los científicos para hacer ciencia deben ser personas con pensamiento libre, ecuánime en el momento de tomar decisiones, para obtener triunfo en sus investigaciones. Tal como reflejan las afirmaciones:

“Para hacer mejor ciencia los científicos deben ser objetivos e imparciales en la toma de sus decisiones”

“Aunque los científicos piensan diferente estos deben ser objetivos rigurosos e imparciales para hacer mejor una investigación”

Seguidamente el grupo n°3 a través de la realización de la unidad obtuvo un cambio significativo, al pasar de una concepción ingenua a una adecuada al tener claro que el mejor científico necesita para hacer ciencia ser recto en cuanto a sus decisiones, no dejarse influenciar por el entorno, pero también es necesario tener más características que lo representa como ser humano como son la creatividad, ingenio y honradez. Tal como se muestra a continuación:

“Los mejores científicos utilizan la imaginación y la inteligencia para dar las explicaciones a sus experimentos”

“Las explicaciones que dan los científicos necesitan de mucha inteligencia y creatividad para ser aceptadas”

En el grupo n°4 al principio de las actividades se observo que presentan una postura adecuada al considerar que el mejor científico necesita de ciertas características personales para hacer ciencia, como su inteligencia, tener una visión global del mundo, es imparcial y equilibrado, pero sin olvidar que también presenta cualidades que le permiten ser integro como la curiosidad, formalidad entre muchas otras, tal como se percibe en las siguientes afirmaciones:

“Los científicos más calificados son aquellos objetivos, justo y que también utilizan la creatividad para hacer sus investigaciones”

“Son buenos científicos los que saben que ser ingeniosos e intuitivos a la hora de resolver problemas en la ciencia”

Con el proceso se evidencia que los estudiantes del grupo n°4 persisten con su posición adecuada al tener definido que los mejores científicos necesitan para hacer ciencia varias características personales como: ingenio, intelecto y justicia. Como se observa con las expresiones:

“Los mejores científicos son los más curiosos, imaginativos para encontrar las explicaciones de los fenómenos en la naturaleza”

“Las mejores explicaciones son de los científicos que utilizan su creatividad e ingenio para solucionar las incógnitas que presenta la ciencia”

Para el grupo n°5 al comenzar y al finalizar el desarrollo de la unidad didáctica presentaron una actitud plausible porque afirman que el mejor científico, necesita para

hacer ciencia de ciertas actitudes como la objetividad, sin embargo tienen claro que algunos pueden ser subjetivos. Como se muestra a continuación:

“Algunos científicos son objetivos y otros subjetivos pero finalmente busca explicaciones a los fenómenos que pasan en la naturaleza”

“Los buenos científicos son en algunos casos parciales e imparciales dependiendo del carácter de cada uno a la hora de hacer investigaciones”

8.2.4 Decisiones Científicas. Las decisiones de los científicos frente a una nueva teoría es una característica de la NdC, que se puede ver reflejada en hechos históricos como en la teoría del flogisto, pues en estos, se ven representados los aspectos que permiten decidir al científico cuando una teoría es aceptada o no. En estas decisiones se resaltan algunas características de los científicos como los propuestos por Lederman, Abd-El-Khalick, Bell Y Schwartz (2002), en la “revisión de consensos sobre la NdC”, como por ejemplo: que el conocimiento científico se origina parcialmente de la imaginación y creatividad humanas que tienen los científicos, además, que este conocimiento científico no es totalmente objetivo, sino que en parte es subjetivo, haciendo que los valores personales, las prioridades y experiencias de los científicos deciden como y hacia donde dirigen el trabajo y las decisiones en la aplicación de este conocimiento científico.

Para el caso del grupo n°1 se presenta una concepción plausible al inicio del estudio de la unidad, manifestando los estudiantes en sus respuestas que las decisiones científicas frente a la aceptación de una teoría, se basa más en los aspectos subjetivos del científico, tales como los sentimientos, motivaciones de reconocimiento y monetarias, que en los hechos que apoyan la teoría. Estas ideas son las siguientes:

“una explicación es buena si el científico que la hace está de acuerdo con ella”

“un científico acepta una explicación o teoría, según sus beneficios ya que tienen diferente forma de estudiar y realizar un tema, y lo que los motiva es la plata”

Sin embargo, en el desarrollo de las actividades de la unidad se nota un cambio en las ideas sobre ciencia, que pasan de plausible a adecuada, debido a que los estudiantes consideran que las decisiones científicas al aceptar una teoría científica se fundamenta en la comprobación de la teoría muchas veces, así como en su comparación con su estructura lógica con otras teorías y simplicidad con que explica los fenómenos de la naturaleza. Algunas de esas ideas se expresan en las siguientes frases:

“Una teoría es aceptada y cambia, evoluciona o comprueba y mejora la explicación”

“Los científicos aceptan una nueva teoría porque esta debe mostrar los puntos a favor de la explicación y además ser comprobada varias veces”

Por otra parte los estudiantes del grupo n°2 muestran actitudes de tipo ingenuo, al considerar que las decisiones de los científicos frente a la aceptación de una teoría se apoya solamente en hechos, sino cumple este requisito será útil y no se aceptara. Las siguientes afirmaciones reflejan estas concepciones:

“Para que una teoría sea aceptada por los científicos, la verdad es que debe comprobarse, tener una explicación deben tener sentido todos los datos”

“Una explicación es buena y aprobada si da sentido a todos los datos registrados de los hechos”

“los científicos aceptaron la teoría del oxígeno, por qué ellos primero como que investigaron y quedaron seguros de que la planta de menta era capaz de hacer arder la vela”

Por el contrario en el transcurso del desarrollo de la unidad, los estudiantes exponen algunas ideas que demuestran un cambio en sus actitudes, frente a los criterios que

influyen en la toma de decisiones de los científicos a la hora de aprobar una teoría, evolucionan de una categoría ingenua a una plausible. En sus ideas manifiestan que las decisiones de los científicos se sustentan en su mayoría, en las características del científico así como en sus motivaciones e ideales, dando una menor importancia a los hechos que la soportan. Algunas de sus frases son:

“La explicación puede ser aceptada, por qué no todos los científicos piensan igual, pero pueden tener los mismos pasos, pero pueden llegar a conclusiones diferentes, que permite que una teoría cambie y sea aprobada”

“se dice que se acepta una explicación cuando se ha aprobado, y lo que motiva al científico a hacer la explicación es el tener reconocimiento científico y plata”

Por otro lado los estudiantes del grupo n° 3, presentan concepciones de tipo ingenuo al comienzo de la unidad didáctica de flogisto, considerando que las decisiones de los científicos frente a la aceptación de una nueva teoría está influenciada por los hechos, los cuales son su soporte y apoyo para la aceptación de esta. Las siguientes afirmaciones expresan estas ideas:

“Por qué para que una explicación sea aceptada debe tener bases, debe probar que fue verdad, mediante los hechos o experimentos”

“Para que los científicos acepten una teoría tiene que tener sentido los datos, para una buena explicación de los fenómenos de la naturaleza”

En el grupo n°3 se evidencia un cambio conceptual en sus actitudes sobre ciencia frente a los aspectos que determinan las decisiones de los científicos en la aceptación de una nueva teoría, ya que expresan que estas decisiones se no se fundamentan solamente en los hechos experimentales que la apoyan, sino está influida por caracteres personales del científico. Algunas de estas concepciones se representan en las siguientes frases:

“aprendimos como descubrieron el elemento oxígeno en tiempos anteriores, porque dice que la explicación tiene sentido con los datos del experimento, además de que Lavoisier pensara diferente a los otros científicos”

“Que a partir de los experimentos se hacen descubrimientos y gracias a las ideas y creatividad de los científicos que descubren nuevas teorías”

En sentido contrario a medida que se desarrollan las actividades de la unidad didáctica, los estudiantes del grupo n°3 expresan ideas que verifican una evolución en las concepciones sobre ciencia, considerando que las decisiones científicas al aceptar una teoría se apoyan no solamente en los hechos, sino también en el número de veces de comprobación y según su estructura lógica comparada con otras teorías; es decir los estudiantes pasan de una actitud de tipo ingenuo a una de tipo adecuada; Igualmente, incorporan en sus ideas otros aspectos de la ciencia como la relación entre ciencia y tecnología, resaltando que la tecnología provee de herramientas y técnicas a la ciencia para aportar a su avance. Sus afirmaciones sobre decisiones científicas son:

“Los científicos influyen una decisión a una nueva explicación, de acuerdo a su forma de pensar y dice que es buena si hace predicciones nuevas que si se cumple”

“Los científicos deciden si una explicación cambia, según sus ideas y propósitos, además debe tener sentido porque si no sería una explicación bien dada”

“Gracias a la tecnología, se le pueden añadir mejoras o argumentos más cambiarlos, o sea no tenemos que reemplazar las cosas por qué hay una base y ya están bien, con esa base se buscan mejoras.”

De otro modo los estudiantes del grupo n° 4 exponen ideas de tipo adecuado desde el inicio de las actividades hasta el final de estas en la unidad didáctica, pues para ellos las decisiones científicas al aprobar una nueva teoría se basan en los hechos, pero además estas están influidas de algún modo por los sentimientos, opiniones y

beneficios personales del científico. Las siguientes frases expresan algunas de estas ideas:

“una explicación o teoría cambia, según los propósitos del científico y los argumentos a favor, los avances de la tecnología ayudan a descubrir nuevos experimentos, nuevas razones que nos llevan a una idea más clara.”

“Para que una nueva teoría sea aceptada por los científicos, las investigaciones deben ayudarse con algunos argumentos, no dejarlas así no más porque puede haber avances, pueden evolucionar, además los científicos piensan diferente para tomar estas decisiones, porque puede estar de acuerdo pero no puede ser cierto.”

Por otra parte el grupo n° 5 no presenta un cambio en sus concepciones pues durante todo el transcurso de la unidad fueron de tipo plausible frente al carácter de la ciencia que tiene que ver con las decisiones científicas al aceptar o no una nueva teoría, ellos manifestaron que las decisiones científicas se basan en menor proporción en los hechos y en mayor en aspectos personales del científico tales como sentimientos, opiniones y beneficios personales, igualmente destacaron el papel de la subjetividad en la ciencia destacando la originalidad, creatividad, imaginación y valores del científico. Algunas de estas actitudes se reflejan en las siguientes afirmaciones:

“Los científicos aceptan o no una nueva explicación, según sus ideas personales, pero las cosas evolucionan, por qué cambia, evoluciona o comprueba y mejora la explicación.”

“Se acepta una nueva teoría, porque siempre hay cosas que se pueden cambiar, los científicos hacen su trabajo para su reconocimiento y el dinero”

8.2.5 Influencia de los individuos. La ciencia como actividad humana está influenciada por factores internos y externos de la ciencia, por lo cual cabe considerar al científico en contextos, situaciones y problemas a los que se enfrenta a la hora de proponer una

determinada teoría, en las cuales el juicio personal, la comunidad y los contextos determinan su acción en la propuesta de esta, es decir el conocimiento científico y su construcción están influenciados por otros factores como los personales, aspectos del científico, lo que hace que la ciencia no sea totalmente objetiva y la importancia del papel del científico en la toma de decisiones, sobre hacia donde se dirige la investigación, los valores que la rigen, entre otros. Algunos de los aspectos del científico propuestos en la “revisión de consensos sobre la naturaleza de la ciencia” (Marín, Benarroch y Niaz, 2011) son: “El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente”, “la subjetividad personal también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y las experiencias anteriores dictan hacia dónde y cómo los científicos dirigen su trabajo”.

Con relación a este carácter de la ciencia, los estudiantes del grupo n°1 expusieron concepciones de tipo plausible en el comienzo de la unidad didáctica de flogisto, pues consideraron que el carácter del científico influye en el construcción de una teoría, por que los científicos realizan la investigación de manera diferente, por lo cual logra resultados diferentes que interviene en su teoría. Algunas de las frases que reflejan estas ideas son:

“Las ideas de cada científico cambian la explicación, porque ellos piensan diferente y hacen la investigación de forma diferente”

“Los científicos piensan diferente y utilizan diferentes métodos, para afrontar distintos problemas para ayudar a resolver el problema y crear una nueva teoría.”

Sin embargo en el desarrollo de las actividades se evidencio una evolución en las ideas que exponen los estudiantes del grupo n°1, que pasan de plausibles a adecuadas, debido a que manifiestan que el carácter del científico influye en el contenido de una teoría, ya que los distintos científicos piensan de una forma diferente y por lo tanto obtendrán ideas relativamente diferentes. Estas ideas se exponen de la siguiente manera:

“Los científicos tienen ideas diferentes, por lo que pueden llegar a conclusiones diferentes acerca de una teoría”

“En la investigación los científicos son diferentes, piensan y tienen características diferentes que los hacen llegar a ideas y conclusiones diferentes para hacer una nueva teoría”

Los estudiantes del grupo n°2, por otro lado presentaron concepciones de categoría ingenua al inicio de las actividades de la unidad, estos expresaron que el carácter del científico no influye en la construcción de una teoría, pues manifiestan que esta se fundamenta en los hechos, aunque la forma de interpretarlos está influida por el carácter del científico. Las siguientes frases muestran estas concepciones:

“Una explicación debe tener sentido con los datos y todas las respuestas deben tener una justificación que tengan sentido, pero estos datos se interpretan de manera diferente porque todos los científicos no piensan igual.”

“Los científicos deben tener unos pasos y una secuencia para hacer una investigación, todos siguen los mismos pasos, pero pueden llegar a un resultado inesperado, porque los científicos llegan a conclusiones diferentes.”

Igualmente los estudiantes del grupo n°2 demuestran un cambio en sus actitudes de ingenua a plausible, al afirmar que el carácter del científico interviene en la construcción de una teoría, porque los científicos realizan la investigación de formas diferentes, por lo que obtienen resultados diversos que influyen en el contenido de la teoría. Algunas de las siguientes afirmaciones muestran estas ideas:

“Porque los científicos piensan distinto y en las investigaciones cada tema debe tener una forma de realizarse diferente y cada tema debe llegar a una conclusión diferente”

“En la investigación no todos los métodos son iguales, todos son diferentes, porque muchos de los científicos tienen ideas diferentes y llegan a conclusiones y explicaciones diversas”.

Por otro lado los estudiantes del grupo n°3 exponen concepciones de tipo ingenuo cuando se inician las actividades de la unidad, describiendo que la actividad científica y la construcción de una teoría no están influidas por el carácter del científico, sino por los hechos, experimentos y el método científico, que según ellos es una forma objetiva de hacer ciencia. Las concepciones de este tipo se representan en las siguientes afirmaciones:

“El método científico es como el análisis y la solución de los problemas, sirve para solucionar problemas y crear una nueva teoría, o sea es una forma objetiva y aceptada de hacer ciencia porque los científicos pueden estar equivocados”

“Es importante el método científico en la investigación, para experimentar y en base a esta se crean nuevas teorías”

Por el contrario en el transcurso de las actividades cambiaron estas ideas sobre ciencia, que pasaron de concepción ingenua a adecuada, pues los estudiantes consideraron que los aspectos personales de los científicos en la actividad científica y en la construcción de la teoría, influyen de manera determinante en esta debido a sus creencias, sesgos, valores y opiniones. Además manifestaron que los científicos piensan y tienen ideas relativamente diferentes. Las ideas que exponen estas concepciones son:

“La creación de una nueva teoría se hace según las características de cada científico, además que tienen ideas diferentes y la investigación no se puede hacer igual tiene que tener alguna diferencia”

“Los científicos son personas que tienen valores, opiniones e ideas diferentes frente a un tema y en la creación de una teoría, el método que se utiliza tiene diferencias, pero deben tener algo en común, pero estos llegan a conclusiones diferentes debido a las ideas del científico”

Los estudiantes del grupo n°4 muestran actitudes de tipo adecuado durante el inicio y el desarrollo de la unidad, es decir no se presentó cambio en sus concepciones, ellos manifiestan que la influencia del carácter de los científicos en el contenido de una teoría, se debe a el pensamiento diverso que presentan diferentes científicos y por lo tanto a sus ideas u opiniones diferentes frente a una teoría, sumado a esto ellos creen que las características personales o subjetivas de los científicos si influyen en el contenido de una teoría. Las siguientes afirmaciones reflejan estas concepciones:

“Los científicos tienen ideas y opiniones diferentes en la construcción de una nueva teoría, pues son personas que piensan diferente y son creativas”

“En la creación de una teoría se mezclan las características de cada científico, ya que estos son diferentes como personas, piensan diferente y por eso llegan a conclusiones distintas en un tema o explicación de una teoría”

Por otra parte los estudiantes del grupo n° 5, permanecieron sin un cambio en las concepciones, debido a que desde el comienzo de las actividades y durante su desarrollo presentaron ideas de tipo plausible frente al tema, considerando que el carácter de los científicos influye en el contenido de una teoría, debido a que ellos hacen la investigación científica de manera diferente y por esto se obtienen diferentes resultados, que median en la teoría. Algunas de las frases que expresan estas concepciones son:

“Los científicos tienen formas de investigar diferentes no tienen un único método, porque piensan y tienen ideas diferentes, por lo cual obtienen distintos resultados y conclusiones”

“No existe un único método para investigar y crear una teoría, pues los científicos tienen distintas formas de pensar e investigar frente a un tema y llegan a diferentes conclusiones.”

8.2.6 Aproximaciones en las investigaciones. Otro de los aspectos de la naturaleza de la ciencia trabajados desde episodios históricos de esta, es el enmarcado desde el componente epistemológico planteado en las cuestiones de “¿cómo se elabora la ciencia? ¿Qué pasos siguen los científicos para crear, validar, sistematizar, comunicar y consensuar nuevo conocimiento?” (Adúriz, 2005), este carácter de la ciencia se refiere al método el cual se usa para probar las ideas y técnicas básicas como el control de variables, sumado a esto se establece que no existe una sola forma de hacer ciencia, pues no hay un método universal con etapas sucesivas, es decir no existe un único método científico, por tanto este no asegura resultados y estos dependen de algunos factores subjetivos como la originalidad y creatividad de los científicos, existiendo métodos y enfoques de hacer ciencia. Frente a este carácter de ciencia los estudiantes del grupo n° 1 presentaron concepciones de tipo plausible al inicio de la unidad, debido a que consideran que los mejores científicos son los que emplean cualquier método para hacer ciencia y así obtener resultados exitosos, pues en ellos intervienen los aspectos subjetivos del científico. Algunas de estas ideas son:

“Todas las investigaciones no son iguales, por qué no todos piensan igual, se pueden llegar a equivocar si siguen los mismos pasos, pero si tienen un procedimiento diferente puede ser más efectivo”

“Las investigaciones no son iguales, por qué, cómo dice el no todos los científicos pueden seguir los mismos pasos, pero pueden tener teorías diferentes, entonces algunos pueden llegar a buena teoría y otros a una mala teoría.”

Agregando a lo anterior los estudiantes del grupo n° 1 pasaron de actitudes de tipo plausible a adecuado, durante el trascurso de las actividades, pues manifiestan que los mejores científicos siguen el método científico, pero que este no asegura los

resultados, influyendo también en ellos la imaginación y la creatividad. Los estudiantes expresan las siguientes ideas:

“El método científico es útil para la investigación, pero no todos los científicos piensan igual, pero pueden tener los mismos pasos y pueden llegar a conclusiones diferentes.”

“Todos los investigadores siguen un método, pero pueden llegar a un resultado inesperado o diferente por qué tienen una manera diferente de pensar”

El grupo n° 2 por el contrario demuestran actitudes de tipo ingenuo frente a las aproximaciones a las investigaciones, debido a que los estudiantes exponen que el método científico asegura resultados, es único y los científicos deben seguir etapas sucesivas. Estas ideas se representan en las siguientes afirmaciones:

“Como se dice para lograr o llevar a cabo algo o un invento tiene que llevarse siempre unos pasos, porque si no algo podría salir mal.”

“El método científico es como el proceso que se ha hecho para investigar, si es un método tiene que tener sus pasos, mirar y observar, analizar, la hipótesis, entre otros.”

En contraste con las concepciones que presentaron al inicio de la unidad los estudiantes del grupo n° 2 y las que manifestaron durante el transcurso de esta, se observa que hubo un cambio de estas actitudes que pasan de categoría ingenua a una plausible. Esto se debe a que exponen que el método científico no es único y que los mejores científicos son aquellos que utilizan cualquier método según la imaginación y la creatividad. Algunas de las frases presentan estas concepciones son:

“El método científico son como procesos para llegar a un descubrimiento, pero los científicos pueden tener un método más efectivo, como por ejemplo lo del átomo, que es una secuencia que completan a las otras secuencias.”

“El método científico es necesario para una investigación, pero es necesario las ideas de cada científico, por ejemplo el de la vela, de que Lavoisier llegaba a una conclusión diferente que la de los otros tres científicos, que le dio nombre al flogisto de la revolución química.”

Sin embargo los estudiantes del grupo n° 3 registran posiciones de tipo ingenuo al comienzo de las actividades de la unidad, ya que expresan que el método científico es único y provee resultados validos claros y lógicos que sigue unas etapas, es decir expresan una visión positivista de la ciencia. Las ideas que exponen esa categoría son las siguientes:

“El método científico es la forma para investigar un tema, por qué son como los pasos que siguen los científicos para experimentar y llegar a una conclusión.”

“En el método científico, todos los científicos tienen que seguir los mismos procedimientos o pasos para estudiar el tema que se va a dar a conocer, investigarlo mejor y dar las soluciones.”

Asimismo durante el desarrollo de las actividades, donde se pedía a los estudiantes que argumentaran sus posiciones frente a las investigaciones científicas, estos manifestaron (grupo n°3) concepciones de tipo adecuado notándose un cambio de la categoría ingenua a plausible, pues estos argumentan que el método científico es útil en muchos casos pero que no es la única forma de hacer ciencia, ya que al emplear este no se asegura resultados y además que en este intervienen aspectos personales del científico. Las siguientes afirmaciones que presentan estas ideas son:

“No todas las investigaciones siguen los mismos pasos, aunque deben tener algo cómo en común, por qué cada tema debe tener una forma de realizarse diferente y cada tema debe llegar a una conclusión diferente.”

“Las investigaciones deben tener algo en general, pero no todos los científicos piensan igual, o sea todos deben seguir el mismo procedimiento, pero no porque pueden llegar a una conclusión equivocada, y todos pensarán de una forma diferente, pues entonces no lo harían.”

Los estudiantes del grupo n°4, mostraron en sus ideas con relación a las aproximaciones científicas, los científicos y sus métodos, que sus concepciones son tipo adecuado desde el inicio y durante el desarrollo de la unidad, debido a que consideran el método científico como válido en la mayoría de casos, aunque este no nos lleve a resultados exitosos, además de que este está influido por las características del científico, como su forma de pensar. Las ideas que muestran esto son:

“Las investigaciones tienen un método, pero no todos los investigadores siguen los mismos pasos, porque cada científico tiene una forma diferente de pensar.”

“En las investigaciones no todos los procesos son iguales pero hay pasos esenciales como buscar el origen y las causas de la investigación, además de las formas diferentes de pensar de los científicos”

Por otra parte los estudiantes del grupo n°5, no presentan cambio en sus concepciones, ya que al inicio y durante el proceso de las unidades, expusieron ideas que demostraban actitudes de tipo plausible, considerando que los científicos pueden usar cualquier método para lograr buenos resultados, pues según estos científicos piensan diferente y por lo tanto deben usar métodos diferentes. Sus ideas se expresan de la siguiente manera:

“Las investigaciones se hacen de diferentes formas, es decir que no existe método científico.”

“No todas las investigaciones científicas siguen los mismos pasos, o sea cada investigación, cada tema tiene que irse por un método determinado, no siempre tiene que irse a un solo método, por qué pueden irse a una conclusión mala.”

9. CONCLUSIONES

En este trabajo investigativo se revisan algunos aspectos de la NdC, desde la aplicación de dos unidades didácticas, que utilizan dos episodios históricos como son: la historia de flogisto y la tabla periódica que abordan los componentes epistemológicos e históricos.

Respecto a las concepciones identificadas al inicio de la unidad de: Construyendo La Historia De La Tabla Periódica, se muestran categorías de tipo ingenuo en tres grupos (grupo n°1,2 y 3) y de tipo plausible en dos (grupo n°4 y 5), lo que evidencia que no hay una claridad total en la ideas sobre ciencia en cuanto a las cuestiones de tipo epistemológico: ciencia, modelos científicos, esquemas de clasificación y provisionalidad, en marcados en episodios de la historia, además desde el componente histórico se evidencia concepciones de tipo ingenuo y plausible, ya que no se reconoce el aspecto evolutivo y revolucionario de la ciencia.

Por otro lado se evidencia que a través del desarrollo de la unidad didáctica de tabla periódica en algunos estudiantes se presentó un cambio conceptual, debido a que en el grupo n°1 se muestra un cambio de concepción ingenua a adecuada durante el trabajo realizado con la unidad, que se ve reflejado en el reconocimiento del cambio en la ciencia en el tiempo, gracias a que se tienen en cuenta aspectos como la innovación, la evolución, el juicio y la intervención. Igualmente el grupo n°4 presenta una transformación de concepción de categoría plausible a una adecuada, reconociendo aspectos del cambio de la ciencia en la interpretación de la historia de la tabla periódica. Sumado a esto el grupo n°3 obtuvo un pequeño cambio en sus concepciones al pasar de ingenua a plausible, debido a que no consideran el cambio total de una teoría en la evolución de la ciencia, es decir no creen el aspecto revolucionario de la ciencia.

En contraste en el grupo n°2 no se observó ningún cambio, ya que persiste una concepción ingenua sobre la ciencia que se encuentra marcada en el positivismo, considerando aspectos como la observación como base fundamental en la investigación y en la verificación para que haya cambio en una teoría. Asimismo el grupo n°5, continúa con una postura plausible frente a la ciencia, pues califican que el cambio de la ciencia se da por el rechazo de las teorías anteriores por parte de los nuevos científicos que utilizan nuevos métodos e instrumentos.

Por otra parte, como se expuso inicialmente, que aunque este trabajo pretendía abordar aspectos específicos de tipo epistemológico e histórico, se muestra que los demás componentes de la NdC también estuvieron presentes durante el proceso de acuerdo con las expresiones que daban los estudiantes, por lo que se evidencia la relación que existe entre ellos, considerando que los ejes de NdC (epistemológico, histórico y sociológico), no se pueden separar, ya que constituyen la NdC e interactúan entre sí.

De acuerdo a lo anterior, la eficiencia de la unidad didáctica de tabla periódica se puede evaluar conforme a los cambios que presentan los estudiantes en sus concepciones, demostrando que para este caso esta sí incidió en su cambio conceptual, pues de los cinco grupos de análisis tres de ellos manifestaron un cambio en sus ideas, lo que prueba que este instrumento de intervención didáctica ambientado en episodios de historia de la ciencia es importante enseñar y aprender sobre algunos aspectos de la NdC, mediante la reflexión y tratamiento explícito en las actividades que desarrollan los estudiantes.

De otro modo la unidad didáctica de: Los Científicos Construyen Explicaciones: El Caso de "Oxígeno o flogisto", muestra que al inicio de las actividades los estudiantes presentan concepciones de tres tipos, ingenuas, plausibles y adecuadas, de las cuales dos grupos (grupo n°2 y 3°) muestran ideas de tipo ingenua al considerar que en la construcción de las teorías no intervienen aspectos personales del científico y además en la consideración de un método único y universal para hacer ciencia, igualmente no

consideran la subjetividad en el proceso de hacer ciencia. Por consiguiente los grupos (grupo n°1 y 5) presentan una postura de categoría plausible frente a la construcción del conocimiento científico, debido a que consideran las características personales del científico, y tienen claro que no existe un único método para hacer ciencia, teniendo en cuenta la imaginación y la creatividad del científico.

En cambio el grupo n°4 expreso al comienzo de la unidad una posición de tipo adecuado, al identificar en la construcción de las explicaciones científicas, que las decisiones de los científicos se fundamentan en hechos, pero que también es importante la comprobación de estos muchas veces y además compararlas con teorías ya existentes, teniendo en cuenta la claridad con que esta explica los fenómenos de la naturaleza. Asimismo comprenden que el método científico es útil en la mayoría de los casos de investigación, pero que este no asegura que la investigación sea exitosa, además de tener en cuenta otros aspectos como la originalidad e innovación de los científicos.

Para el caso del grupo n°2 se manifiesta un cambio en las ideas al pasar de ingenua a plausible, al expresar que las características personales del científico si intervienen en la construcción del conocimiento científico, en las decisiones de aceptar o no una nueva teoría y en el contenido de esta, además de considerar que los mejores científicos utilizan cualquier método que permita obtener resultados confiables.

Otro de los estudiantes que presento un avance significativo en sus concepciones sobre la NdC son los del grupo n°3, que paso de ingenua a adecuada, ya que después de las actividades de argumentación, reflejaron que en el trabajo de los científicos en la construcción de explicaciones está influida por características personales del científico, pues estas intervienen en el contenido de la teoría debido a las diferentes formas de pensar, ideas, opiniones, creencias y sesgos que tienen los científicos, sumando a esto ellos consideran la utilidad del método científico en muchos casos, pero también determinan que este no afirman resultados exitosos, pues en este media la imaginación y creatividad del científico.

Igualmente en el grupo n°1 se identificaron cambios en sus concepciones pasando de plausible a adecuada, al manifestar que en el proceso de hacer explicaciones científicas se requiere de observar y plantear explicaciones a los fenómenos de la naturaleza, que deben ser verificados en varias oportunidades para comprobar su eficacia, asimismo ellos expresaron que las decisiones de los científicos se basan no solo en los acontecimientos, sino que también están influenciadas en una pequeña medida por los sentimientos, opiniones y beneficios personales.

Contrariamente los grupos n° 4 y 5 continúan con una misma concepción, es decir no se produjo ningún cambio conceptual, por lo tanto el instrumento de intervención didáctica no causó ningún efecto en las ideas de los estudiantes en cuanto los aspectos de la construcción de las explicaciones científicas como: la elaboración de la ciencia, valores y estándares, decisiones científicas, influencia de los individuos y aproximación a las investigaciones.

Para el caso de los estudiantes del grupo n°5, durante el desarrollo de todo el trabajo de la unidad conservan una postura plausible frente a las cuestiones sobre la construcción de las explicaciones científicas, pues para ellos el trabajo de los científicos en la elaboración del conocimiento científico está influenciado por cuestiones personales como sentimientos y opiniones del científico frente a una teoría y por tanto esto determina si es aceptada o no, igualmente sus características y diversas formas de pensar hacen que la investigación se realice de manera distinta y por lo tanto obtener resultados diferentes, además consideran que los mejores científicos son los que utilizan cualquier método para obtener los mejores resultados.

De igual modo los estudiantes del grupo n°4 presentan una postura adecuada durante el proceso de la solución de las actividades de la unidad didáctica sin manifestarse cambio en ellas, lo cual evidencia que en los aspectos de la ciencia que tienen que ver con la elaboración de las explicaciones de la ciencia no son tan desinformadas desde la enseñanza en el aula de clase, por lo tanto se cumplen algunos parámetros establecidos en los lineamientos de ciencias naturales, que según los referentes

psicocognitivos, estos se ocupan de explicar el proceso de construcción del conocimiento científico, exponiendo los procesos de pensamiento y acción, analizando el papel que juega la creatividad en la elaboración del pensamiento científico y en la resolución de problemas.

Además con la aplicación de este instrumento didáctica se consolidan dichas concepciones, pues ellos tienen claro para el proceso de realizar ciencia, es importante la observación, pero también la propuesta de explicaciones sobre los fenómenos que ocurren en la naturaleza, que deben ser comprobados, asimismo prevalecen las ideas sobre la importancia de algunos aspectos subjetivos del científico como la creatividad e imaginación.

También cabe comparar, que los resultados obtenidos después del desarrollo de la unidad didáctica demuestran que esta originó un cambio en las concepciones de los estudiantes, pues de los cinco grupos de análisis en tres de ellos se mostró una transformación que permitió corroborar la eficacia de la implementación de la unidad didáctica en la enseñanza de algunos componentes de la NdC, este elemento clave en la enseñanza – aprendizaje sobre un tópico específico sobre ciencia, demostró que al planificar las actividades y adaptarlas al nivel cognitivo de los estudiantes y a cuestiones específicas de la naturaleza de la ciencia, es de esperarse algunos resultados como los conseguidos en este trabajo.

Por consiguiente los resultados obtenidos en el desarrollo de las unidades didácticas reflejan la importancia y efectividad de implementar un enfoque explícito reflexivo en la enseñanza de la NdC, incorporando algunos aspectos de esta y utilizando elementos como la historia de la ciencia, ya que esta sirvió como telón de fondo para que los estudiantes percibieran y reflexionaran sobre qué es la ciencia, cómo se elabora y cómo cambia en el tiempo desde el análisis de episodios históricos, lo que permitió que los educandos en la mayoría de los casos, obtuvieran una comprensión más adecuada en algunas características de la NdC, gracias a las actividades que involucran debates y reflexiones dirigidas, promoviendo la argumentación de sus respuestas y la

incorporación de lecturas sacadas de la historia de la ciencia como es el caso de flogisto y la tabla periódica.

Por otro lado también es importante resaltar el papel que desempeñan las ideas de algunos componentes de la NdC en su enseñanza, pues se ve la incidencia de estas en la transformación de las concepciones de algunos estudiantes, debido a que contribuyen a una reflexión sobre la ciencia que ayuda a producir una imagen crítica sobre el funcionamiento de la ciencia, sus logros y limitaciones, igualmente la historia fomenta la aplicación de contenidos científicos y ambientación a la epistemología, lo cual se logró a través de la aplicación de las unidades didácticas.

Desde el punto de vista epistemológico trabajado en las unidades, se pudieron destacar algunos aspectos como: Qué es la ciencia, las características del conocimiento científico, cómo se construye una explicación científica, cómo se realiza la ciencia (métodos), las etapas que siguen los científicos para hacer ciencia, aceptar una explicación, organizar y acuerdos sobre nuevo conocimiento, y como se respalda la veracidad del conocimiento científico. Asimismo se reflexiona sobre los factores personales que juegan un papel determinante en la aceptación o rechazo de una nueva teoría e igualmente resaltaron la otros aspectos implícitos en las unidades como la relación de la tecnología con la ciencia, en donde ellos manifiestan que la tecnología aporta herramientas y técnicas para el avance de la ciencia, destacando la evolución de la ciencia a través del tiempo.

RECOMENDACIONES

Algunos de las dificultades que se presentaron en el desarrollo de la investigación fueron los escasos hábitos e interpretación de lectura que mostraron los estudiantes, lo que dificultaba el desarrollo de algunas actividades de las unidades didácticas y por tanto un menor aprovechamiento de las secuencias didácticas para la evolución de las concepciones. Igualmente las características de algunos estudiantes dificultaron la caracterización de las concepciones, ya que los aportes al debate de las cuestiones sobre epistemología e historia de la ciencia eran muy escasos.

Por otro lado, en cuanto el trabajo de la secuencia Didáctica desde el componente epistemológico e histórico, es un trabajo importante para aclarar aspectos sobre la NdC, que pueden aportar en la comprensión de la ciencia, para el docente elementos importantes en sus concepciones, asimismo para las estudiantes, pues proporciona una forma diferente de trabajo, ésta permite aprovechar aspectos que brindan las actividades planteadas; como motivación, el debate y reflexión de aspectos de la ciencia, ya que se puede observar, por los resultados obtenidos, que las estudiantes tiene concepciones sobre la NdC inadecuadas y plausibles, donde algunos lograron que estas evolucionaran, lo cual hace necesario seguir ampliando el trabajo de Secuencias Didácticas que les permitirá un cambio de visión sobre la Naturaleza de la Ciencia.

Es importante resaltar que más adelante se pueden implementar en el desarrollo de las unidades didácticas espacios de complementación y fundamentación teórica sobre cada uno de los componentes de la Naturaleza de la Ciencia, adaptándolas en el currículo del área y trabajarlas de manera interdisciplinar en la institución, para luego analizar si se logra una evolución de las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia hasta la categoría adecuada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. & Randy, B. (1998). The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science & Education*, 82 (4), 417–436. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<417::AID-SCE1>3.0.CO;2-E.

Abd-El-Khalick, F. & Lederman, N. (2000). The influence of history of science Courses on Students' Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(10), 1057-1095.

Acevedo, J. A. (2008). El Estado Actual de la Naturaleza de la Ciencia en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5(2), pp. 134-169. Recuperado de <http://www.apac-eureka.org/revista>.

Acevedo, J. A. (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), pp. 355-386. Recuperado de <http://www.apac-eureka.org/revista>.

Acevedo, J., Vázquez, A., Manassero, M. & Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la Naturaleza de la Ciencia: Fundamentos de una Investigación Empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 4(1), pp. 42-66.

Adúriz - Bravo, A. (2005) ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Adúriz- Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires, Argentina: fondo de cultura económica.

Adúriz – Bravo, A. (2009). La Naturaleza de la Ciencia “Ambientada” en la Historia de la Ciencia. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. <http://ensciencias.uab.es>.

Asimov, I. (2003). *Breve historia de la química: Introducción a las ideas y conceptos de la química*. Madrid: Alianza Editorial, S. A.

Bardin, L. (1996). *Análisis de Contenido*. Madrid, España: Ediciones Akal.

Bennassar, A., Vázquez, A., Manassero, M. & García, A. (2010). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una Evaluación de la Comprensión de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología*. Recuperado de www.oei.es/caeu.

Callejas, M., Mendoza, E. & Porras, Y. (2012). Unidades didácticas para aprender sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología en educación básica (proyecto EANCYT). *Anais do II Seminario Hispano Brasileiro - CTS*, 116-128.

Camacho, J., Quintanilla, M., Cuéllar, L. & García, A. (2008). Aplicación del Modelo de Stephen Toulmin al Estudio de la Evolución del Concepto de Ley Periódica. *Nova Época*, 1 (2), 119 – 126. doi: 10.2436/20.2006.01.65.

Cardozo, N. & Morales, E. Unidad didáctica para la enseñanza de un tópico de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT) en profesores de ciencias en formación de la universidad del Tolima (UT) - Colombia, en el marco del proyecto EANCYT. (2012). *Anais do II Seminário Hispano Brasileiro - CTS*, 91-104.

Cardozo, N. Chaparro, N. & Erazo, E. (2006). Una revisión sobre la naturaleza de las concepciones de ciencia. Popayán: *ITINERANTES*. N°. 4. pp. 95-101. ISSN 1657-7124.

Chalmers, A.F. (1990). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?: una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos*. Madrid, España: Siglo veintiuno de España editores, S.A.

Clough, M. (2011). The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 701 -717. doi:10.1007/s11191-010-9310-7

Cuellar, L., Quintanilla, M. & Marzàbal, A. (2010). La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação*, 16 (2), 277-291.

De la fuente, G. (2010). El pensamiento epistemológico de los docentes de Ciencias Naturales de la Educación Secundaria Básica en la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. *Revista de educación en biología*, 13 (1) ,434 – 438.

De Talavera, M., Manassero, A. & Vázquez, A. (2010). Actitudes y creencias sobre naturaleza de la ciencia y la tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 333-352.

Díaz, R. (2005). El Estudio de Casos en la Investigación Cualitativa y su Utilidad en la Educación. Manual Guía para la Preparación de Informes de investigación.

Eduteka. (2014). Resultados PISA 2012: Lo que los estudiantes saben y pueden hacer – Desempeño de los estudiantes en matemáticas, lectura y Ciencias (volumen 1).

Recuperado de <http://www.eduteka.org/Pisa2012.php>

Estany, A. (1990). *Modelos de cambio científico*. Barcelona, España: Editorial crítica.

Ferreira, S. & Morais, A. (2011). The nature of science in science curricula Methods and concepts of analysis. *International Journal of Science Education*. Recuperado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500693.2011.621982>

Gallego, A. & Gallego, R. (2007). Historia, epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 13 (1), 85-98.

García, A., Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 30(1), 023–034.

García, A., Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 29(3), 403–412.

Kember (1992). Investigación- Acción. Traducido por Pedro Laforcedo. Edición SDI.

ICFES. (2014). Resultado de las pruebas pisa 2012. Recuperado <http://www.icfes.gov.co/investigacion/evaluaciones-internacionales/pisa>

Marín, N., Benarroch, A. & Niaz, M (2011). Revisión de Consensos sobre Naturaleza de la Ciencia. *Revista de Educación*. doi: 10-4438/1988-592X-RE-2011-361-137.

Martínez, L. (2009). Propuesta metodológica para el aprendizaje de la tabla periódica, desde una perspectiva histórica y epistemológica. Universidad industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

Scerri, E. (2008). El pasado y el futuro de la tabla periódica. *American Scientist*, 96, 52-58.

Vázquez, A. (2012). Un proyecto innovador para enseñar, aprender y evaluar sobre naturaleza de la ciencia y tecnología. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el*

Desarrollo Educativo. ISSN 2007 – 2619.

Vázquez, A., Acevedo, J. & Manassero, M. A. (2004). Consensos sobre la Naturaleza de la Ciencia: Evidencias e Implicaciones para su Enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M. A. & Acevedo, P. (2001). Cuatro Paradigmas Básicos Sobre La Naturaleza de la Ciencia. *Argumentos de Razón Técnica*, 4, 135 – 176.

ANEXOS

Anexo A: Construyendo La Historia De La Tabla Periódica

PLAN DE UNIDAD DIDÁCTICA / SECUENCIA DE APRENDIZAJE

TÍTULO CONSTRUYENDO LA HISTORIA DE LA TABLA PERIODICA	Nº SESIONES	6
<p>JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL : A través de la historia, los científicos han utilizado todas sus capacidades mentales y los instrumentos disponibles del medio según el contexto, para estudiar, analizar y proponer explicaciones adecuadas a los fenómenos que ocurren en la naturaleza, este conocimiento científico se convierte en válido después de pasar por consensos y cambios conceptuales que explican mejor el fenómeno.</p>	<p>NIVEL/ETAPA</p> <p>CURSO: octavo</p> <p>ÁREA: CIENCIAS NATURALES</p> <p>BLOQUE: historia</p>	
<p>RELACIÓN CON EL CURRÍCULO:</p> <p>Los lineamientos curriculares de ciencias naturales del Ministerio de Educación de Colombia, plantean como conocimientos científicos básicos en los grados 8 y 9 el manejo de los conocimientos propios de las ciencias naturales que se refiere a la clasificación y verificación de las propiedades de la materia, además de explicar los modelos de organización de los elementos químicos.</p>		
<p>COMPETENCIA(S) BÁSICA(S): Identifica los procesos históricos respecto a la clasificación de la tabla periódica, propone respuestas a las preguntas y las compara con las de otras personas y con las teorías científicas, así mismo reconoce y usa adecuadamente el lenguaje propio de la ciencia.</p>		
<p>OBJETIVOS:</p> <p>identificar los conceptos y modelos de tabla periódica a través de la historia, analizando</p>		

momentos históricos específicos que contribuyeron a la construcción del modelo actual de la tabla periódica.

Identificar que los procesos de clasificación obedecen a criterios de los investigadores, de acuerdo a sus marcos teóricos y a los objetivos de la investigación, que evolucionan pues cada vez explican más y mejor.

REQUISITOS

Que el estudiante tenga claro conceptos como: materia, algunos sucesos relevantes de la historia, clasificación, tabla periódica y el trabajo de los científicos en la sociedad, así como el papel de la sociedad sobre las decisiones científicas. Pero no es requisito prioritario la calidad de ese conocimiento. Ya que en las primeras actividades se busca explorar las creencias estudiantiles previas sobre estos conceptos y que las compartan con sus compañeros.

Tiempo	ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)	Metodología/ organización	Materiales/ Recursos
1 hora	<p>ENGANCHAR Introducción-motivación</p> <p>Profesor: Propone la siguiente situación: ¿Qué es historia, que sucesos conoces acerca de la historia de la tabla periódica, que científicos participaron en su construcción, en que época se desarrollo?</p>	<p>Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas</p>	<p>Verbal Síntesis escrita</p>
	<p>ELICITAR Conocimientos previos</p> <p>El profesor plantea lo siguiente:</p> <p>Actividad 1: En parejas, durante 30 minutos,</p>	<p>Grupos pequeños de estudiantes</p>	<p>Objetos Marcador y tablero</p>

1 hora	<p>discutir</p> <p>¿Cómo se organizan los elementos químicos?</p> <p>Realizar en parejas la siguiente situación:</p> <p>Imagina que tienes en tu mesa de trabajo numerosos y variados objetos:</p> <p>¿Qué criterios de clasificación utilizarías para organizarlos en grupos?</p> <p>¿para qué te sirve clasificar (organizar) estos objetos en categorías?</p> <p>¿cuál consideras que es el objetivo de organizar los elementos químicos en la tabla periódica?</p> <p>La profesora pedirá a cada estudiante que socialice las respuestas de las preguntas anteriores.</p> <p>La profesora escribirá las más interesantes en el tablero y las discutirá. Habrá de incluir y hacer énfasis en los conceptos «clasificación (organización)», «historia» y «tabla periódica».</p>	discutirán las preguntas	
Actividades de Desarrollo			
35 min	<p>EXPLICAR Contenidos : clasificación, tabla periódica</p> <p>EXPLICAR Procedimientos: Después de clasificar en parejas los objetos, se buscará en grupos de 4 estudiantes llegar a un consenso y solo tener una clasificación de los objetos.</p> <p>Contesta las siguientes preguntas:</p> <p>¿Es fácil lograr el consenso para que la clasificación de los objetos sea coherente?</p>	Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas	Verbal Síntesis escrita

35 min	<p>¿Qué criterios se utilizaron en la clasificación? Justifica la respuesta.</p> <p>¿Qué sucedió con los criterios que no se tuvieron en cuenta. cuáles fueron las falencias? De acuerdo con lo anterior, ¿qué se puede concluir con respecto a la organización de los objetos en relación a la tabla periódica?</p> <p>ACTIVIDAD 2</p> <p>En pequeños grupos se desarrollara el siguiente taller con el fin de indagar sobre los conocimientos previos que tienen los estudiantes acerca de los sucesos históricos de la tabla periódica, características de los contextos donde se desarrollaron:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿En qué época cree usted que se originó o se creó la primera tabla periódica? 2. ¿Cuáles eran las características de la época en la que se creó la primera tabla periódica? 3. ¿Cuáles fueron las características de esta primera tabla periódica? 4. ¿Cree usted que en esa época se le llamo tabla periódica o que otro nombre se le dio? 5. ¿Por qué cree usted que se le dio el nombre de tabla periódica? 6. ¿Por qué cree que se dio la necesidad de crear una tabla periódica? 7. Construya un modelo de cómo se imagina la primer tabla periódica y explíquelo <p>Para el desarrollo de las actividades se propuso</p>	Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas	Verbal Síntesis escrita
--------	---	---	----------------------------

<p>3 horas</p>	<p>el registro de las mismas en un portafolio de trabajo en el que se desarrollaron una a una las actividades propuestas.</p> <p>ACTIVIDAD 3</p> <p>Observación de una serie de videos sobre la historia de la tabla periódica</p> <p>En parejas contesta las siguientes preguntas:</p> <p>¿Qué consecuencias trago consigo el desarrollo de la tabla periódica en la época?</p> <p>De acuerdo a lo observado en el video cuales fueron los eventos más relevantes que marcaron el estudio de la tabla periódica</p> <p>¿Cuáles fueron los aportes realizados por los diferentes científicos?</p> <p>¿Qué características se tuvieron en cuenta para clasificar los elementos de la tabla periódica en cada periodo de tiempo?</p> <p>A partir de lo observado crea tu propia tabla periódica y establece tus propios criterios de clasificación</p> <p>Cuál es el objetivo por el cual se creó la tabla periódica de acuerdo al análisis del video</p>	<p>Cada grupo observa los videos y realiza las lecturas respectivas</p>	<p>www.youtube.com/watch?v=Klz9H_NvYcM</p> <p>www.youtube.com/watch?v=71NkR1Mtolk</p> <p>www.youtube.com/watch?v=j5umvOr9Olg</p> <p>www.youtube.com/watch?v=rFrIUmF9dLA</p>
<p>40 min</p>	<p>ACTIVIDAD 4</p> <p>Observa la tabla periódica y describe sus características</p> <p>Las características generales</p>	<p>Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas</p>	<p>www.youtube.com/watch?v=rFrIUmF9dLA</p> <p>http://www.youtube.com/watch?v=rFrIUmF9dLA</p>

	<p>Las características semejantes y diferentes</p> <p>A continuación</p> <p>Deben observar la tabla periódica, para identificar los grupos y periodos para los diferentes elementos químicos que conforman cada uno de los grupos. Determinar cuál es la propiedad que llevó a organizar cada conjunto de elementos en ese grupo. ¿Qué tienen en común los elementos?</p> <p>4. Después se realizará una comparación entre la actividades 1 y 2 para dar las respectivas conclusiones</p>		<p>om/watch?v=I_e32NOd9Yk</p> <p>Imágenes de tablas periódicas antiguas y la actual</p>
2horas	<p>Actividad 5 :historia de la tabla periódica</p> <p>Estudiantes: Los estudiantes realizarán varias lecturas sobre la historia de la tabla periódica y observarán videos relacionados con esta. Luego por grupos los estudiantes eligen la historia que cumple las siguientes criterios para el proceso de socialización:</p> <p>La actividad de los científicos(Los objetivos, lugares donde se desarrollan, metodologías y herramientas de investigación).</p> <p>Relaciones entre los científicos.</p> <p>papel que juegan los científicos de manera grupal e individual en la toma de decisiones</p>	<p>Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas</p>	<p>El pasado y el futuro de la tabla periódica</p> <p><i>Este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate</i></p> <p>La tabla</p>

	<p>Aportes de los nuevos conceptos elegidos para permitir el cambio conceptual</p> <p>Teorías, conceptos o modelos que hicieron que otros cambiaran</p> <p>Momentos más relevantes de la historia</p>		<p>periódica</p> <p>nos cuenta su historia</p>
1 hora	<p style="text-align: center;">Evaluar</p> <p>Instrumentos (seleccionar cuestiones del COCTS para evaluar)</p> <p>90211 Modelos científicos</p> <p>EXTENDER Actividades de refuerzo</p> <p>Escoge un elemento químico. De acuerdo con su número atómico, crea un eslogan, una frase o una oración en el que utilices el nombre del elemento para sustituir el número atómico.</p> <p>Realiza un mapa conceptual en donde expliques la importancia de la historia de la tabla periódica</p> <p>Realiza un escrito donde destaques la importancia del trabajo científico</p>	<p>Grupos pequeños de estudiantes discutirán las preguntas</p>	<p>Verbal</p> <p>Síntesis escrita</p>
<p>AUTORÍA: ADRIANA MARITZA MENDEZ</p> <p>ERIKA PAOLA GARZÓN</p>			

Anexo B. Los Científicos Construyen Explicaciones: El Caso De “Oxígeno O Flogisto”.

PLAN DE UNIDAD DIDÁCTICA / SECUENCIA DE APRENDIZAJE

TÍTULO LOS CIENTÍFICOS CONSTRUYEN EXPLICACIONES: EL CASO DE “Oxígeno o Flogisto”	Nº SESIONES	3
<p>JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL (resumen)</p> <p>Los científicos utilizan todas sus capacidades mentales y los instrumentos disponibles para obtener datos acerca de los temas que estudian, analizarlos y proponer explicaciones adecuadas que se convierten en conocimiento científico válido después de ser comunicados a otros científicos, que los escrutan y critican con agudeza, y a veces, con obstinación en las revistas o en los congresos científicos. El resultado de todo este complejo proceso de depuración es validar y mejorar el conocimiento que tenemos sobre la naturaleza.</p>	<p>NIVEL/ETAP A</p> <p>CURSO: octavo</p>	
<p>RELACIÓN CON EL CURRÍCULO</p> <p>Los lineamientos curriculares de ciencias naturales del Ministerio de Educación de Colombia, plantean como conocimientos científicos de la básica secundaria el manejo de los conocimientos propios de las ciencias naturales que se refiere a la clasificación de materiales en sustancias puras y mezclas además de la verificación de las propiedades de la materia.</p> <p>Los objetivos declarados para esta asignatura son: Introducir a los estudiantes a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de la química general, que les servirán de base para comprender y profundizar en los diversos temas más complejos de las ramas de la química.</p>	<p>ÁREA: ciencias</p> <p>BLOQUE:R EACCIÓN</p>	

Concientizar a los estudiantes de la utilidad e importancia de la química en la vida diaria.	
--	--

COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)
 Competencia científica; competencia lingüística; competencia social y ciudadana;

OBJETIVOS
 Considerar la influencia de los factores personales de los científicos (competencia, razonamientos, creatividad, etc.) en el conocimiento que producen.
 Valorar la forma como se genera el conocimiento científico a partir del trabajo de los científicos.
 Evaluar la importancia de los desacuerdos entre los científicos (controversias) como fuente de mejora del conocimiento científico.

REQUISITOS
 Que el estudiante tenga claro el concepto de que es ciencia, su historia, el método científico el trabajo que realizan los científicos en la sociedad. Se espera que los estudiantes hayan visto estos mismos temas en la primaria. Pero no requisito prioritario la calidad de ese conocimiento. Ya que en las primeras actividades se busca explorar las creencias estudiantiles previas sobre estos conceptos y que las compartan con sus compañeros.

Tiempo	ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)	Metodología/organización	Materiales/Recursos
15	<p>ENGANCHAR Introducción-motivación</p> <p>Se realizara una lectura sobre la historia de la ciencia en la que se explica en qué consiste, cómo es y funciona</p> <p><i>transcriben algunas frases de la lectura anterior.</i></p> <p><i>Reflexiona sobre el contenido y el significado de cada</i></p>	Expositiva	Libre

una de ellas, para decidir si es un dato explicación

Para CADA enunciado, marca (X) en la casilla adecuada, según sea un dato o una explicación:

Este enunciado es

	Un dato	Una explicación		
"Una vela encendida se apaga si se pone dentro de un frasco cerrado."				
"Después de dos semanas con la menta en el frasco, una vela es capaz de arder de nuevo."				
"Las plantas quitan el flogisto y restauran la pureza del aire."				
"Las llamas no pueden seguir ardiendo cuando no queda oxígeno."				
"Las plantas aumentan el volumen de gas."				

25'	<p>ELICITAR Conocimientos previos</p> <p>Se forman grupos de tres estudiantes; a cada uno se le asigna la preparación y la defensa de una de las tres opiniones acerca del tema siguiente para discutir las y confrontarlas ante los otros grupos.</p> <p>Tema</p>	Expositiva	Libre
-----	---	------------	-------

El trabajo de Lavoisier sobre la combustión y los gases es un buen ejemplo de investigación científica. Algunas personas creen que una investigación es científica si sigue el método científico.

Opiniones

(acerca de lo que es el método científico)

Grupo A

Todas las investigaciones siguen la misma secuencia de pasos para tener éxito, con independencia de qué área científica se trate. Ése es el método científico.

Grupo B

No todas las investigaciones científicas siguen los mismos pasos. Pero hay ciertos principios generales que todos los científicos siguen. A eso le llamamos el método científico.

Grupo C

Todas las investigaciones científicas son diferentes. Los científicos de distintas áreas afrontan problemas diferentes y usan cualquier método que ayude a resolver el problema. El método científico no existe.

Procedimiento

Cada alumno elige individualmente una de las 3 posiciones anteriores, la que considere más acorde con su opinión personal, y escribe individualmente argumentos a favor de la posición elegida y en contra de las otras dos, ilustrándolos con ejemplos, en la

tabla siguiente.

<i>Elijo la posición...</i>	<i>Argumentos a favor de la posición elegida</i>	<i>Argumentos en contra de las dos posiciones NO elegidas</i>	<i>Ejemplos</i>

Los grupos se reúnen de acuerdo a la elección realizada; cada grupo sintetiza en una nueva tabla los argumentos del grupo, eliminando los argumentos repetidos. Finalmente, se ponen en común y se listan en una nueva tabla los argumentos pro y contra acerca de cada opinión, sugeridas por los grupos.

Actividades de Desarrollo

EXPLICAR Contenidos

Se forman grupos de tres estudiantes; a cada uno se le asigna la preparación y la defensa de una de las tres opiniones acerca del tema siguiente para discutir las y confrontarlas ante los otros grupos.

Tema

Después de completar su investigación, Lavoisier estaba seguro de poder afirmar que:

"La combustión elimina un gas del aire."

Clase

Texto lectura
"Actividad 1"

30'

Muchos químicos aceptaron la explicación de Lavoisier.

Cualquier explicación que se proponga tiene que explicar los datos disponibles. ¿Qué otra cosa nos puede indicar si una explicación es mejor?

Opiniones

(acerca de si existen diversos indicadores sobre la mayor o menor bondad de una explicación)

Grupo A

Sabemos que una explicación es buena si los científicos están de acuerdo con ella.

Grupo B

Sabemos que una explicación es buena si da sentido a todos los datos disponibles.

Grupo C

Sabemos que una explicación es buena si hace predicciones nuevas que sí se cumplen.

Procedimiento

Cada alumno elige individualmente una de las 3 posiciones anteriores, la que considere más de acuerdo con su opinión personal. Los estudiantes se reúnen en tres grupos, según la elección realizada y discuten entre sí argumentos a favor de la posición elegida y en contra de las otras dos, ilustrándolos con

ejemplos. Completan la tabla siguiente.

Elijo la posición...	Argumentos a favor de la posición elegida	Argumentos en contra de las dos posiciones NO elegidas	Ejemplos

Debates

Actividad 4*

Evaluar

Instrumentos (seleccionar cuestiones del COCTS para evaluar)

10113 60211 60221 70221 70611 70621 90621

Criterios/indicadores

Procesos de la ciencia, Influencia de individuos científicos, Construcción de explicaciones científicas,

Controversias y decisiones científicas, método científico. (Las frases adecuadas de las cuestiones

COCT
S

ofrecen una referencia sobre las ideas que el profesor debe transmitir; las frases ingenuas las ideas que debe corregir sobre este tema).

EXTENDER Actividades de refuerzo

Se forman grupos conformados por estudiantes; a cada uno se le asigna la preparación y la defensa de una de las tres opiniones acerca del tema siguiente para discutirlos y confrontarlos ante los otros grupos.

Tema

Como resultado de su trabajo, Lavoisier afirmó en 1774 que:

"La combustión elimina un gas del aire."

Hoy en día esto sigue siendo la explicación aceptada de lo que sucede cuando se quema algo.

Una vez que una explicación científica ha sido aceptada, ¿será ya aceptada para siempre?

Opiniones

(acerca de si las explicaciones científicas aceptadas cambian o no con el tiempo)

Grupo A

Explicaciones que se aceptaban en el pasado han sido abandonadas. Así que las explicaciones aceptadas hoy serán reemplazadas en el futuro por otras mejores.

Grupo B

Las explicaciones aceptadas hoy pueden necesitar cambios posteriormente. Pero eso no significa que serán reemplazadas: sólo se mejorarán.

Grupo C

Una explicación sólo se acepta cuando se ha probado y se sabe que es verdad. Así que las explicaciones aceptadas hoy no serán reemplazadas por otras mejores en el futuro.

Procedimiento

El profesor forma tres grupos heterogéneos, y si fuera posible, con un número impar de estudiantes. A cada grupo se le pide que debata las tres opiniones anteriores; un miembro del grupo escribe en la tabla siguiente los argumentos expuestos a favor, en contra y los ejemplos de apoyo surgidos para cada una de las opiniones. A la vista de ellos, cada grupo decide la opinión que considera más adecuada de las tres, marcando, en la tabla, la opinión elegida y los argumentos más decisivos que determinan la decisión del grupo.

<i>Argumentos a favor</i>	<i>Argumentos en contra</i>	<i>Ejemplos</i>	

/

Finalmente, cada grupo expone a toda la clase razonadamente sus argumentos y el método seguido

<i>para tomar su decisión. La clase valora las tres defensas realizadas por cada grupo y debate brevemente y decide la opinión que considera más adecuada sobre el tema</i>		
---	--	--

EVALUACIÓN/REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA DOCENTE (obstáculos, facilitadores, incidencias, etc.)

AUTORÍA DE LA UD: Á. Vázquez & M^a A. Manassero © 2011 EANCYT

Ángel Vázquez & M^a Antonia Manassero

Colocar un * donde haya documento(s) adicional(es) que desarrollan el tema; p. e. un texto de lectura se reseñaría en la columna recursos simplemente con su Título * (en hoja o archivo aparte se recoge el texto).

Anexo: C Lectura 1: ¿Oxígeno o Flogisto?

Los químicos en el siglo XVIII sabían que una vela encendida se apagaba si se ponía dentro de un frasco cerrado herméticamente. Se preguntaban por qué sucedía esto. Ellos creían que las cosas contenían una sustancia invisible llamada "flogisto" que se escapa cuando arden. A medida que la vela arde, el recipiente se llena de flogisto, por lo que el aire queda viciado. Esto hace que las llamas se apaguen.

En Inglaterra, el químico Joseph Priestley quería eliminar el flogisto de una muestra de aire, para restaurar su pureza. Para ello puso una planta de menta en el interior de un frasco donde anteriormente se había encendido una vela. Después de dos semanas con la menta en el frasco, la vela fue capaz de arder de nuevo. Priestley concluyó que "las plantas eliminan el flogisto y restauran la pureza del aire".

El químico francés Antoine Lavoisier, sin embargo, comenzó a sospechar de la existencia del flogisto. Descubrió que, cuando una vela se quemaba dentro de un frasco, ¡el volumen de aire disminuía! Pensó que esto significaba que la combustión absorbía un gas del aire, y no que soltaba flogisto al aire.

Lavoisier dio el nombre de 'oxígeno' a este gas que parecía desaparecer. "Las llamas no pueden arder cuando ya no queda oxígeno", concluyó. Él también notó que las plantas aumentaban el volumen de gas, dentro del frasco y razonó que las plantas deben producir oxígeno. Hoy los científicos aún aceptan las explicaciones de Lavoisier, y nadie cree que el flogisto exista.



UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
VICERRECTORIA DE DESARROLLO HUMANO
BIBLIOTECA RAFAEL PARGA CORTES



AUTORIZACIÓN PARA INCLUIR EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, LA PRODUCCION INTELECTUAL DE INVESTIGADORES, DOCENTES Y ESTUDIANTES.

Los suscritos:

Adriana Maítra Minda Ospina, con C.C N°: 65'630 606
Erika Paola Barzon, con C.C N°: 65634464
Hernandez, con C.C N°: _____

Manifiesto (an) mi voluntad de AUTORIZAR:

La consulta en físico y la virtualización de mi OBRA, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

Si autorizo No autorizo la publicación de:

Tesis Trabajo de Grado Producción Autores Universitarios Otros

Titulado: Incidencia de las unidades didácticas; los científicos
constituyen explicaciones: El caso de "Oxígeno" y construyendo la
Historia de la tabla periódica, sobre epistemología F Historia.

Producto de la actividad académica para optar el título de:
Magister en Educación
 en la Universidad del Tolima. Para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 "...Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable" y 37 "...Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro". El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores" y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el día 5
Mes Mayo Año 2014.

Autores:

Nombre: <u>Adriana Méndez</u>	Firma: <u>Adriana Méndez</u>	C.C. <u>65'630'606</u>
Nombre: <u>Erika Garzón</u>	Firma: <u>Erika Garzón</u>	C.C. <u>65634464</u>
Nombre: _____	Firma: _____	C.C. _____
Nombre: _____	Firma: _____	C.C. _____
Nombre: _____	Firma: _____	C.C. _____
Nombre: _____	Firma: _____	C.C. _____

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.

Copia: Facultad Educación

Programa Académico Maestría en Educación