

**TRANSFORMACIÓN DE LAS CONCEPCIONES SOCIOLÓGICAS SOBRE  
NATURALEZA DE LA CIENCIA (NcC) EN ESTUDIANTES DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA TÉCNICA FABIO LOZANO Y LOZANO PIEDRAS - TOLIMA**

**Ing. PAULA ANDREA RODRIGUEZ DAVILA**

**Trabajo de grado para optar al título de Magister en Educación**

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

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION  
MAESTRIA EN EDUCACION  
IBAGUE -TOLIMA  
2013**



**FORMATO PARA SUSTENTACION  
TRABAJO DE GRADO  
MAESTRIA EN EDUCACION**



LÍNEA Didáctica de las Ciencias

DIRECTOR: Néstor Cardoso Erlam.

JURADO (S): Sandra Patricia Martínez

ESTUDIANTES: Paula / Andrea Rodríguez  
Paula

DENOMINACIÓN TRABAJO DE GRADO Transformación de las concepciones  
sociológicas sobre Ndc en estudian  
tes de la T.E Fabio Lozano y  
Lozano de Piedras Tolmeç

CALIFICACIÓN: 4.2 Cuatro dos.

APROBADO SI  NO

OBSERVACIÓN Es una propuesta acertada y armoniza  
con el interés y objetivo del grupo de Didáctica  
de la Ciencia. Se puede traducir en un ejercicio  
para desarrollar coherentemente y replazar con otra temática.

FIRMA ESTUDIANTES: Paula Rodríguez

[Firma]  
FIRMA DIRECTOR

[Firma]  
FIRMA JURADO

CIUDAD Y FECHA: 3 de septiembre 2012

*A Dios y a la Virgen por guiar siempre mi camino con su bendición  
para lograr mis sueños y metas.*

*A mi Madre quien me enseñó con su dedicación, apoyo y gran amor,  
que en la vida todo es posible.*

*A mi hermoso bebe, porque me ha dado la fortaleza, alegría  
y sabiduría para reorientar mi vida.*

*A mis familiares, amigos y personas que con su ayuda, voz de aliento e inmensa  
comprensión, ayudaron para que pudiera culminar este proceso*

*Paula Andrea*

## AGRADECIMIENTOS

Especialmente agradezco a todas aquellas personas que compartieron sus conocimientos conmigo, haciendo posible la confrontación de ideas, aclaración de dudas y el cuestionamiento constante;

A mi asesor de tesis Dr. Nestor Cardozo Erlam por su asesoría siempre dispuesta, que con su conocimiento y experiencia, hizo posible el desarrollo del trabajo investigativo.

A Los Profesores de la Línea Didáctica de La Ciencia: Ing. Néstor, Dr. Edgar Diego, Edna Eliana y amigos de la Línea, por su interés, orientaciones y conocimiento.

A mis amig@s y compañeros de la Maestría por su constancia, apoyo y alegría, en especial mi compañera Rocío, por brindarme no sólo su amistad sincera, sino por ayudarme a enfocar las ideas.

A todos los profesores de la maestría que nos orientaron cada una de las asignaturas y seminarios, por compartir su conocimiento y amistad.

A los directivos y empleados de la Universidad del Tolima, especialmente a los de la Maestría por su cooperación.

Al profesor Rubén, y la profesora Olga por sus ideas, apoyo académico desinteresado y recomendaciones respecto a esta investigación.

Al rector de la Institución Educativa Técnica Fabio Lozano y Lozano, compañeros de trabajo y estudiantes por su dispuesta y valiosa colaboración.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me apoyaron en éste proceso.

## RESUMEN

El estudio de la Naturaleza de la Ciencia y las relaciones CTSA es fundamental en la enseñanza de la tecnología y las ciencias porque da una idea multidimensional de los diversos factores que intervienen en la solución de problemas científicos y tecnológicos, además de dar una visión histórica y una contextualización de los contenidos enseñados. Al realizar actividades de este tipo los estudiantes de secundaria, pregrado y programas superiores transforman su imagen de la tecnología y las ciencias y mejoran sus actitudes hacia las mismas.

Este documento presenta información acerca de conceptos, investigaciones y estudios desarrollados desde la Didáctica de las Ciencias, sobre concepciones de NdC en el mundo contemporáneo, que gira alrededor de los sistemas científico-tecnológicos. Se hace énfasis en el proyecto de investigación “Incidencia de una unidad didáctica, desde la perspectiva de la sociología de la ciencia, en la transformación progresiva de concepciones sobre NdC de los estudiantes del grado 11 de la Institución Educativa Técnica Fabio Lozano y Lozano del Municipio de Piedras – Tolima”, por medio del cual se pretende aplicar un estudio cualitativo basado en la investigación acción, enfocado hacia las relaciones CTSA, que aplica estrategias pedagógicas que han demostrado ser adecuadas para transformar de manera gradual concepciones en los estudiantes.

**Palabras claves:** Didáctica de las ciencias, Componente sociológico, Educación científico-tecnológica, Concepciones, Investigación Acción.

## ABSTRACT

The study of the NdC and about relations CTSA is basic in technology and sciences teaching because it gives a multidimensional idea about the different factors that intervene on scientific and technological problem's solution, besides it can give a historical vision and a contextualization of the taught contents. When students of secondary, pregrado and Superiors programs make this type of activities, it changes their image of technology and sciences as well as it improve their attitudes toward them.

This document presents information about concepts, research and studies developed from the Science Teaching, on conceptions of NdC in the contemporary world that revolves around the scientific and technological systems. Emphasis is placed on the research project "Effect of a teaching unit, from the perspective of the sociology of science, progressive transformation of conceptions of NdC students in grade 11 of the Technical Educational Institution Fabio Lozano Lozano in Piedras- Tolima ", by which it intends to apply a qualitative study based on action research, focused on CTSA relations, implementing teaching strategies that have proven adequate to gradually transform concepts in students.

**Keywords:** Teaching of science, Component sociological, scientific and technological education, Conceptions, Research Action.

## CONTENIDO

|   | Pág. |
|---|------|
| <b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>  | 12   |
| <b>1. <u>JUSTIFICACIÓN</u></b>  | 15   |
| <b>2. <u>OBJETIVOS</u></b>  | 17   |
| 2.1 <u>OBJETIVO GENERAL</u>   | 17   |
| 2.2 <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>  | 17   |
| <b>3. <u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u></b>   | 19   |
| <b>4. <u>CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA</u></b>   | 20   |
| <b>5. <u>MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES</u></b>   | 23   |
| 5.1 <u>CONCEPCIONES SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA</u>  | 23   |
| 5.2 <u>LA DIDÁCTICA DE LA CIENCIA, DISCIPLINA EN CONSTRUCCIÓN</u>   | 29   |
| 5.3 <u>COMPONENTE SOCIOLOGICO DE LA CIENCIA – RELACIONES CTSA</u>   | 35   |
| 5.4 <u>ENFOQUES METODOLÓGICOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO</u>   | 37   |
| <b>6. <u>DISEÑO METODOLÓGICO</u></b>  | 41   |
| 6.1 <u>TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>  | 41   |
| 6.2 <u>ESTUDIOS SOBRE EL CAMPO CONCEPTUAL DE LA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA – MEZCLAS, EVOLUCIÓN HISTÓRICO SOCIAL E INFLUENCIA CTSA</u> | 46   |
| 6.3 <u>DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS</u>  | 56   |
| 6.3.1 <u>Unidad Didáctica 1: “Relaciones CTSA”</u>  | 57   |
| 6.3.2 <u>Unidad Didáctica 2: “Cómo trabajan los científicos”</u>  | 58   |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 6.3.3 | <u>Unidad Didáctica 3: “Influencia y aplicación de las CTSA”</u>   | 59  |
| 7.    | <u>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN</u>   | 61  |
| 7.1   | <u>FASE 1: RESULTADOS SEGÚN EL INSTRUMENTO COCTS Y DESARROLLO DE LA UNIDAD NO.1 DONDE SE EXPLORARON LAS CONCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES ACERCA DE LAS RELACIONES CTSA Y EL TEMA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA MEZCLAS.</u> | 61  |
| 7.2   | <u>FASE 2: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA DURANTE EL ESTUDIO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS NO2 Y NO3.</u>  | 76  |
| 7.3   | <u>FASE 3: COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES DE ACUERDO AL ANÁLISIS CONCEPTUAL Y HABILIDADES COGNITIVAS, LINGÜÍSTICAS Y META COGNITIVAS</u>   | 85  |
| 8.    | <u>CONCLUSIONES</u>  | 96  |
| 9.    | <u>RECOMENDACIONES</u>   | 100 |
|       | <u>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</u>  | 102 |
|       | <u>ANEXOS</u>  | 107 |



## LISTA DE TABLAS

|  | Pag. |
|--|------|
| <b><u>Tabla 1.</u></b> Tendencias evolutivas en la investigación en didáctica de las ciencias (Tamayo 2009, Adaptado de Duit 1993).  | 33   |
| <b><u>Tabla 2.</u></b> Categorías y subcategorías de análisis  | 44   |
| <b><u>Tabla 3.</u></b> Breve resumen de las principales explicaciones dadas por el modelo aristotélico-escolástico a la composición de los materiales y sus cambios así como algunos de sus problemas y dificultades.  | 49   |
| <b><u>Tabla 4.</u></b> Explicaciones del modelo empírico de los filósofos mecánicos y químicos (siglos XVI al XVIII) sobre la composición de la materia terrestre a partir de las definiciones operacionales de sustancia y compuesto químico y problemas que subsisten. | 51   |
| <b><u>Tabla 5.</u></b> El modelo atómico de Dalton proporciona una nueva visión ontológica de los fenómenos químicos, interpretando microscópicamente lo que son sustancias elementales, compuestos, elementos químicos y reacciones químicas.                           | 54   |
| <b><u>Tabla 6.</u></b> Análisis e interpretación de algunos aspectos del COCTS de acuerdo con las categorías y subcategorías del proyecto sobre concepciones de NDC, enfocado al componente sociológico de la ciencia.   | 62   |
| <b><u>Tabla 7.</u></b> Situaciones - problemáticas para estudiar procesos de separación de constituyentes de mezclas.  | 72   |
| <b><u>Tabla 8.</u></b> Resultados obtenidos en el mapa conceptual sobre las relaciones entre materia-sustancia y mezcla-compuesto.   | 79   |

|   |    |
|---|----|
| <b><u>Tabla 9.</u></b> Cantidad de estudiantes que identifican material y sustancia                               | 81 |
| <b><u>Tabla 10.</u></b> Cantidad de estudiantes que identifican una mezcla con un compuesto a nivel microscópico. | 83 |
| <b><u>Tabla 11.</u></b> Resultados referentes al concepto microscópico de sustancia                               | 84 |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Pag. |
|---|------|
| <b><u>Figura 1.</u></b> Institución Educativa Técnica Fabio Lozano y Lozano   | 20   |
| <b><u>Figura 2.</u></b> Ambientes de aprendizaje de la Institución  | 21   |
| <b><u>Figura 3.</u></b> Misión de la IET Fabio Lozano y Lozano  | 22   |
| <b><u>Figura 4.</u></b> Visión de la IET Fabio Lozano y Lozano  | 22   |
| <b><u>Figura 5.</u></b> Integración de los dominios de la naturaleza de la ciencia y del Conocimiento Pedagógico del Contenido como marco teórico orientador para la educación en Ciencias. | 24   |
| <b><u>Figura 6.</u></b> Diferentes campos del conocimiento que se integran en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.  | 34   |
| <b><u>Figura 7.</u></b> Espiral de pasos “Investigación – Acción”. Lewin, 1946  | 41   |
| <b><u>Figura 8.</u></b> Ejemplo prototípico de mapa conceptual  | 78   |
| <b><u>Figura 9.</u></b> Estudiantes en práctica sobre “Composición de la materia”   | 95   |

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la enseñanza de la ciencia siempre se han establecido concepciones ingenuas o desinformadas, que han generado metodologías y prácticas didácticas inadecuadas y que no permiten que los estudiantes tengan un aprendizaje significativo y óptimo de ella, teniendo una visión equivocada de la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia. Por eso, partiendo de esta problemática el interés fundamental del presente estudio es indagar acerca de las posibilidades que tiene, el diseño y desarrollo de una unidad didáctica, para transformar de manera progresiva, concepciones inadecuadas sobre NdC desde la perspectiva del componente sociológico, en estudiantes de grado 11 de la IET Agroindustrial Fabio Lozano y Lozano de Piedras (Tolima), dando así continuidad al proyecto ya concluido desarrollado por el Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias (UT): “Concepciones de naturaleza de ciencia en profesores de educación media y universitarios y en textos escolares de ciencias naturales de Ibagué”, de tal manera que se alcancen ideas más contextualizadas y actualizadas sobre el conocimiento científico y sus productos.

Al respecto, los estudios a nivel internacional (Acevedo, 2000; Acevedo & Acevedo, 2002; Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz, & Praia, 2002; Lederman, 1992, 2006; Liu & Lederman, 2007; Mannassero & Vázquez, 2000; Vázquez, Acevedo, Mannassero & Acevedo, 2006) y en particular avances investigativos del grupo didáctica de las ciencias de la Universidad del Tolima, muestran que los profesores, los textos y el currículo poseen concepciones y actitudes de la ciencia apenas plausibles o inadecuadas (Cardozo, Morales, Vázquez, 2009a, Cardozo, Morales, Vázquez, 2009b; Erazo, 2009; Ferrer, 1999; Hernández, 2009; Tamayo, 2005).

Siendo también autores como (Gil, 1983, 2001; Giordan, 1978; Erin Peters, 2009; Tamayo, 2009) quienes hablan del proceso de enseñanza- aprendizaje y las concepciones inadecuadas que se generan en su orientación y determinan que dichas concepciones se deben fundamentalmente a dos causas; Las preconcepciones

adquiridas en la vida cotidiana y la persistencia en métodos o enfoques de enseñanza-aprendizaje erróneos, lo cual conlleva a pensar que en la mayoría de los casos las concepciones inadecuadas por parte de los profesores afectan negativamente la comprensión de la ciencia por parte de los estudiantes e inciden en la posibilidad de alcanzar los propósitos planteados por el movimiento internacional CTS, por organismos como la UNESCO y la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) sobre la construcción de una cultura científica, el aporte a una vida democrática, a una mejor ciudadanía y por la defensa del equilibrio ambiental.

La intervención, que incluye procesos de innovación didáctica, será mediante formación implícita en NdC, desde el componente sociológico de la ciencia, por medio del cual se realizarán una serie de actividades desarrolladas de manera sistemática dentro de tres unidades didácticas, basadas en un estudio de transformación conceptual y contextual de la ciencia, procurando aportar a un mejor ejercicio de la denominada ciencia escolar y la práctica de la ciencia para todos y todas en todo lugar (Porlán & Rivero, 1998; Vázquez & Manassero, 2002). Se llama la atención sobre la imposibilidad de un cambio conceptual efectivo, si no va asociado a un cambio metodológico que permita a los alumnos superar las formas de pensamiento “de sentido común” y abordar los problemas con una orientación científica (Gil, 2001), por tal motivo es muy importante tener en cuenta los modelos pedagógicos y metodologías que han demostrado ser efectivas y que han orientado la Didáctica de las ciencias.

El estudio de las relaciones CTSA es básico en la enseñanza de la tecnología y las ciencias porque da una idea multidimensional de los diversos factores que intervienen en la solución de problemas científicos y tecnológicos, además de dar una visión histórica y una contextualización de los contenidos enseñados. Al realizar actividades de este tipo los estudiantes cambian su imagen de la tecnología y las ciencias y mejoran sus actitudes hacia las mismas.

Se plantea entonces que este proceso de transformación de concepciones debe ser resultado de una propuesta innovadora, reflexionada, diseñada y sustentada mediante

la aplicación del método cualitativo de Investigación Acción con el cual se evalúe y realicen a su vez acciones de reestructuración y ajuste durante todo el proceso investigativo dando como resultado una adecuada transposición sobre NdC, tal como lo han sugerido Abd-El-Khalick, (2002), Aduriz (2001), Akerson y Hanuscin ( 2007).

## 1. JUSTIFICACIÓN

Desde los años 90 se hacen evidentes interrogantes desde los que se proponen alternativas de cambio para la Educación Básica y Media pero al plantear estos cambios pedagógicos y curriculares, el modelo continúa centrado en la transmisión de contenidos, en la preocupación por los horarios, tiempos, espacios, cobertura, calificación de los docentes y cuando llegan los estudiantes a la educación media un mecanismo de presión para forzar su rendimiento escolar es la prueba del ICFES y se fija en ellos como su propósito educativo. Pero donde están y de qué manera se hacen visibles los objetivos trazados para la educación media expuestos en la Ley General de Educación: “La incorporación de la investigación al proceso cognoscitivo, tanto de laboratorio como de la realidad nacional, en sus aspectos natural, económico, político y social”, o “La vinculación a programas de desarrollo y organización social y comunitaria, orientados a dar solución a los problemas sociales y del entorno”, (Ley 115 de 1994. Art.30), entre otros, y que el ICFES todavía no mide?

En un mundo globalizado, donde la ciencia y la tecnología son consideradas como los factores que más influyen sobre la dirección de nuestras vidas se debe tener un mínimo de comprensión de los temas científicos, entonces, de acuerdo con Cross 1999, se debe pensar y evaluar si la educación formal impartida por los profesores ayuda a comprender los maravillosos desarrollos en ciencia y tecnología que se están sucediendo. Se requieren grandes esfuerzos desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias para dar a los estudiantes una formación que les prepare como ciudadanos de un mundo rápidamente cambiante, lo cual requiere de profesores con amplia visión –acerca de las múltiples relaciones entre la ciencia, la tecnología y la educación- y quizá, nuevas habilidades (Cajas, 1999).

En el diseño de nuevos escenarios para la Didáctica de las Ciencias juegan un papel central las reflexiones desde campos disciplinares diversos como la historia y filosofía de la ciencia, las ciencias cognitivas y la sociología de la ciencia, entre otras.

Tradicionalmente la historia y epistemología de la ciencia se ha ocupado de describir el interjuego de disciplinas que informan sobre la Didáctica de las Ciencias y acerca del carácter de la ciencia en sí misma. McComas et al. 1998, propone el uso del concepto Naturaleza de la Ciencia para describir el trabajo científico en Didáctica de las ciencias y cómo la sociedad en sí misma dirige y reacciona frente a los desafíos científicos (Tamayo, 2009).

En este sentido, cobra gran importancia el presente proyecto, pues se propone ubicar la reflexión de Naturaleza de la ciencia en la clase de ciencia y el quehacer científico en el aula de clase por medio de la aplicación de una serie de Unidades Didácticas de carácter contextualizado, que buscan identificar y transformar de manera progresiva concepciones que tienen los estudiantes acerca de la ciencia, en función de preguntas como: Qué es la ciencia? Cómo se trabaja científicamente? Cómo se comporta la sociedad frente a los desafíos científicos?, entre otras, en torno al tema “Composición de la Materia”.

El desarrollo del proyecto le permitirá a la Institución Educativa replantear, si es necesario, el plan de estudio y las estrategias pedagógicas tendiendo a mejorar las concepciones, en el área de Ciencias Naturales de una manera transversal y aplicada al contexto científico y tecnológico como institución técnica, con la ayuda y asesoría de los docentes y apoyo del Sena con el fin de detectar causas del bajo rendimiento en los estudiantes, para de acuerdo con Tamayo 2009, de esta manera lograr una adecuada apropiación social de la ciencia, creando condiciones de enseñanza – aprendizaje adecuadas donde la ciencia y los procesos asociados a ella, formen parte inseparable de la cultura.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la incidencia que tiene la aplicación de un conjunto de unidades didácticas sobre “La Composición de la materia” en la transformación progresiva de las concepciones sobre NdC, de los estudiantes de grado undécimo de la IET Fabio Lozano y Lozano del municipio de Piedras – Tolima

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las concepciones que sobre sociología de la ciencia tienen los estudiantes de grado undécimo de la IET Fabio Lozano y Lozano del municipio de Piedras – Tolima, durante el proceso de investigación.
- Identificar cuáles son las principales ideas y dificultades de los estudiantes para la Transformación-Evolución conceptual del concepto de composición de la materia de acuerdo con las diferentes dimensiones estudiadas.
- Valorar los indicios sobre evolución de las concepciones de NdC que podemos apreciar en los estudiantes, al momento de concluirse el desarrollo de la UD sobre composición de la materia y análisis del proceso.
- Comprender si las posibles transformaciones se deben al efecto de las UD sobre composición de la materia y así validar este modelo para futuros procesos de educación científica.

### 3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Es indudable que la educación científica constituye un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo. La necesidad de una alfabetización científica tecnológica se ha proyectado con fuerza, hasta llegar a convertirse en una exigencia urgente. Así lo ha entendido la administración USA, que ha convertido el esfuerzo en educación en su primera prioridad y así se afirma, desde la primera página en los National Science Standards, auspiciados por el National Research Council (1996): “La alfabetización científica es una meta explícita a conseguir” y agrega “En un mundo repleto de productos resultantes de la indagación científica, la educación científica se ha convertido en una necesidad para todos”.

Sin embargo junto a ese gran desarrollo concedido a la educación científica, nos encontramos con un grave fracaso escolar, acompañado de una imagen deformada de la ciencia y de actitudes negativas hacia la ciencia y su aprendizaje (Simpson 1994, Hodson 1994). Estos decepcionantes resultados, que afectan tanto la enseñanza secundaria como a la universitaria, se han convertido en un motivo de seria preocupación que no puede despacharse con explicaciones simplistas (basadas, por ejemplo, en una supuesta “incapacidad” para las ciencias de la mayoría de los estudiantes) sino que ponen en evidencia graves deficiencias de la enseñanza (Yager & Penick 1983; Porlán & Martín 1994). Sostenida, además, por los problemas detectados en los textos escolares de ciencias y en los lineamientos curriculares (Cardozo, Morales & Vázquez, 2009; Cutrera, 2003; Guisasola, 2000; Hernández, 2009; Izquierdo, 2001).

A partir de la anterior reflexión, se plantea la propuesta de la aplicación de una serie de unidades didácticas desde la perspectiva de la sociología de la NdC y las relaciones CTSA, para modificar las concepciones inadecuadas de los estudiantes, sabiendo de antemano que las concepciones son de larga duración y difíciles de transformar (Pajares, 2002). Entonces, el estudio intentará dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Qué incidencia tiene la aplicación de una unidad didáctica sobre composición de la materia, desde la perspectiva de la sociología de la ciencia y relaciones CTSA, en la transformación progresiva de las concepciones sobre NdC de estudiantes de grado 11º la IET Fabio Lozano y Lozano del municipio de Piedras - Tolima?

Para dar respuesta a este problema se requiere abordar paralelamente interrogantes del siguiente tipo:

- ¿Cuáles son las concepciones que sobre sociología de la ciencia, relaciones CTSA enfocadas al tema “Composición de la Materia”, tienen los estudiantes de la IET Fabio Lozano y Lozano del municipio de Piedras?
- ¿Cuáles son las principales ideas y dificultades de los estudiantes para la Transformación-Evolución conceptual del concepto de composición de la materia de acuerdo con las diferentes dimensiones estudiadas?
- Qué indicios sobre transformación progresiva de las concepciones NdC podemos apreciar en los estudiantes, al momento de concluirse el desarrollo del proceso investigativo?
- Dichos indicios son atribuibles a la Unidad Didáctica?

#### 4. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

La Institución Educativa Técnica Fabio Lozano y Lozano es un establecimiento oficial mixto que funciona en calendario A, con modalidad Técnica en Agroindustria Alimentaria la cual se interpreta como la preparación académica técnica y humana para comprender y aplicar el proceso de producción cosecha postcosecha, acopio, adecuación, procesamiento, transformación, almacenamiento y comercialización de insumos provenientes del sector agrícola y pecuario. En principio se orienta a las áreas de frutas y hortalizas para luego continuar con lácteos, cárnicos, panificación y otros.

La Institución se encuentra ubicada en la Calle 6 No.4-92 en el municipio de Piedras – Tolima), a una altura aproximada de 700 metros sobre el nivel del mar y a una temperatura media de 26 grados centígrados.

**Figura 1.** Institución Educativa Técnica Fabio



Fuente: Rodríguez, 2012

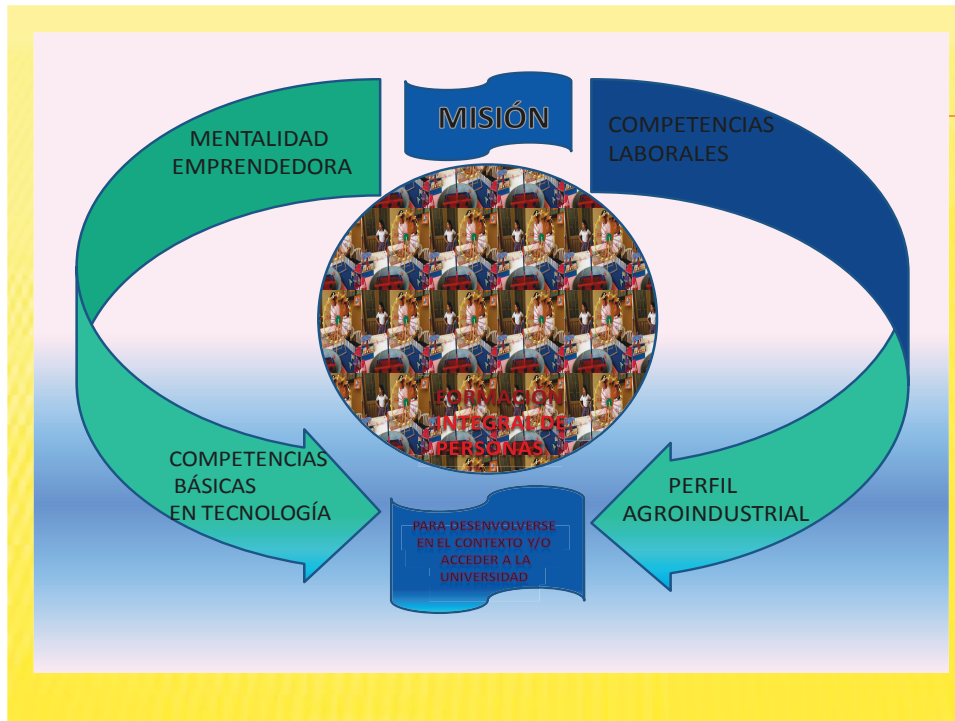
El establecimiento cuenta con una infraestructura adecuada para la oferta educativa que se brinda como son los salones de clase, aula múltiple, aula agroindustrial dotada con equipos necesarios para el procesamiento de alimentos, laboratorio de física y química los cuales fueron dotados por la compañía petrolera AICP, biblioteca, sala de cómputo, sala de video con tablero digital, aulas de tecnología Gali (primaria) y Galileo (bachiller), escenario cubierto para microfútbol cubierto y con grama sintética. Cuenta con docentes especializados en cada una de las áreas.

**Figura 2.** Ambientes de aprendizaje de la Institución



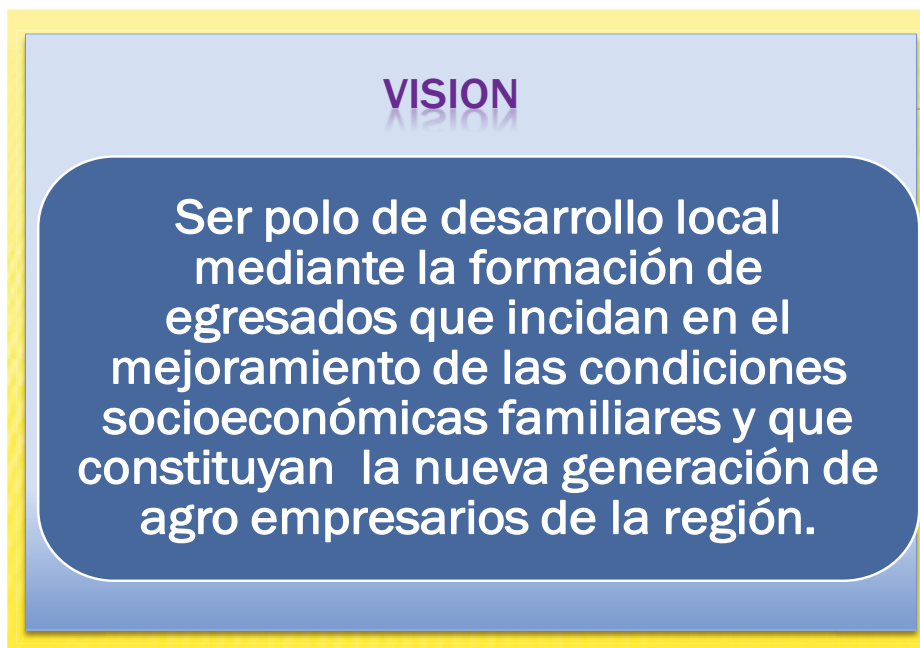
Fuente: Rodríguez, 2012

**Figura 3.** Misión de la IET Fabio Lozano y Lozano



Fuente: Beltrán, 2010

**Figura 4.** Visión de la IET Fabio Lozano y Lozano



Fuente: Rodríguez, 2012

## 5. MARCO TEORICO Y ANTECEDENTES

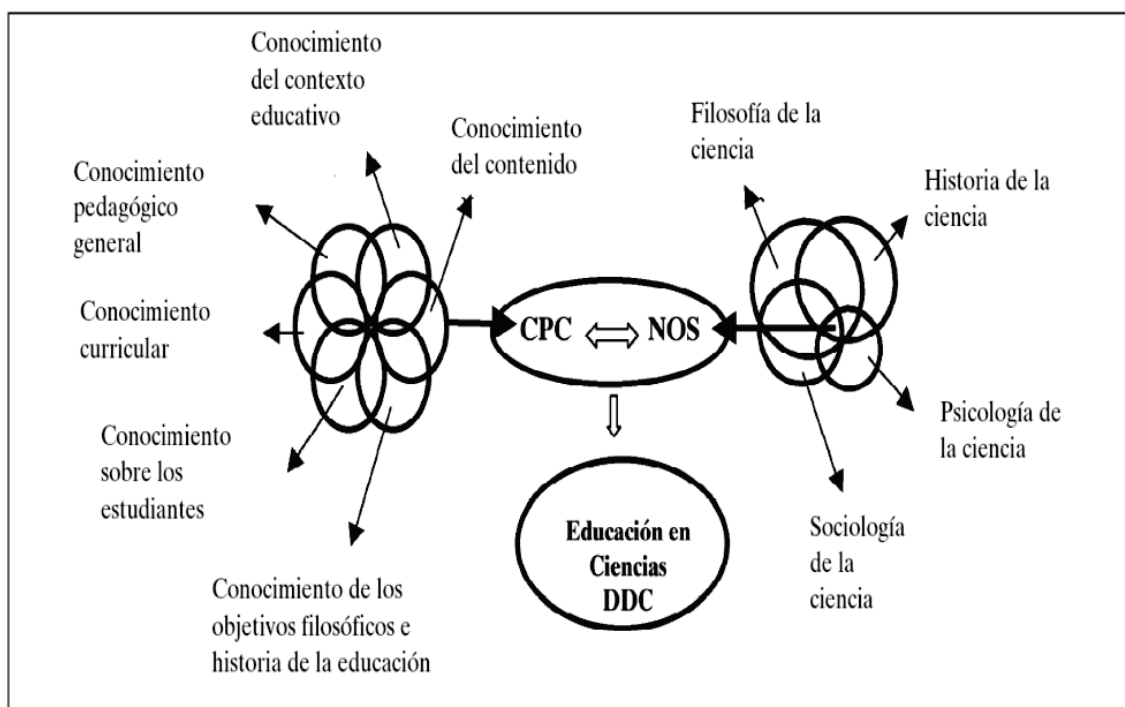
### 5.1. CONCEPCIONES SOBRE NATURALEZA DE LA CIENCIA

La NdC es un término poliédrico que se refiere a una gran variedad de asuntos relacionados con la filosofía, la sociología y la historia de la ciencia (McComas, Clough, & Almazroa, 1998; Vázquez et al., 2001). En efecto, la NdC es un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas por los especialistas en las disciplinas indicadas, así como por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias (Acevedo et al. 2007a; Vázquez, Acevedo & Manassero, 2004). Ese es el núcleo del término; sin embargo, para muchos autores de didáctica de las ciencias, la NdC se refiere de manera especial a la epistemología de la ciencia y se dirige sobre todo a los valores y supuestos inherentes al conocimiento científico (Bartholomew, Osborne & Ratcliffe, 2004; Fernández et al., 2002; Leach, Hind & Ryder, 2003; Lederman, 1992, 2006; Osborne et al., 2003; Sandoval, 2005; Sandoval & Morrison, 2003; Sandoval & Reiser, 2004; Smith & Scharmann, 1999; Tsai & Liu, 2005; entre otros). En cambio, para otros autores el concepto de NdC abarca mayor diversidad de aspectos, tales como qué es la ciencia, su funcionamiento interno y externo, cómo construye y desarrolla el conocimiento que produce, los métodos que emplea para validar y difundir este conocimiento, los valores implicados en las actividades científicas, las características de la comunidad científica, los vínculos con la tecnología, las relaciones de la sociedad con el sistema tecnocientífico y, viceversa, las aportaciones de éste a la cultura y al progreso de la sociedad; esto es, la noción de NdC incluye cuestiones epistemológicas, sociológicas y psicológicas (Acevedo et al., 2007a,b; Aikenhead, 2003; Allchin, 2004; Ogunniyi, 2007; Spector, Strong & Laporta, 1998; Vázquez, Acevedo & Manassero, 2004; Vázquez et al., 2007a,b; entre otros).

Según Tamayo (2005) la naturaleza de la ciencia (NdC) se presenta como un punto de intersección entre el contenido pedagógico y la historia, filosofía, psicología y sociología de la ciencia; donde la NdC describe el quehacer científico en ciencias y la relación que

tiene con la sociedad para mejorar la comprensión de éste conocimiento, lo cual permite que el maestro innove en los modelos de enseñanza que permitan cambios con respecto al conocimiento al interior del aula; resalta que enseñar una disciplina es muy complicado debido a que los conocimientos que integre el docente deben ser manejados a profundidad por él, lo cual amerita que sean de su completo dominio; además debe conocer lo que influye para mejorar el nivel del proceso de aprendizaje de sus estudiantes, lo que él llama el conocimiento pedagógico del contenido, que no solo tiene en cuenta el conocimiento que tienen los estudiantes, sino también el conocimiento del contenido, del contexto, del currículo y de los objetivos que plantee la educación, como lo muestra la figura 5.

**Figura 5.** Integración de los dominios de la naturaleza de la ciencia y del Conocimiento Pedagógico del Contenido como marco teórico orientador para la educación en Ciencias.



Fuente: Tamayo. 2005

El término “naturaleza de la ciencia” se viene consolidando como un objetivo importante de la enseñanza de las ciencias desde hace mucho tiempo en algunos países de la



cultura occidental, especialmente en los anglosajones (EE.UU., Gran Bretaña, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Taiwan, etc.); países en los que también tiene una larga y dilatada historia de interés entre los profesionales e investigadores de didáctica de las ciencias. Mucho más recientemente, durante la pasada década de los 90, la NdC ha sido destacada como objetivo clave del currículo de ciencia escolar (Jenkins, 1996; Rudolph, 2000) y componente principal de la alfabetización científica (Bybee, 1997; DeBoer, 2000; Millar, 2006) en diversos documentos de reforma de la educación científica elaborados en distintos países del mundo (McComas, Clough & Almazroa, 1998). Tales documentos especifican claramente que el profesorado de ciencias no sólo debe enseñar de manera consistente con los actuales puntos de vista sobre la ciencia y la actividad científica, sino que debe tener el propósito de enseñar a los estudiantes determinados aspectos de la NdC. Esto supone, sin duda, una enorme e incierta tarea. Debido a ello, los expertos en didáctica de las ciencias están dedicando una atención renovada a la enseñanza de la NdC desde hace relativamente poco tiempo.

Al preguntarnos ¿Por qué es tan importante la NdC para el currículo de ciencias? según Driver 1996, tal vez se pueda responder de manera concisa a esta pregunta tomando en cuenta las siguientes razones:

- (i) Utilitarista. La comprensión de la NdC es un requisito para tener cierta idea de la ciencia y manejar objetos y procesos tecnológicos de la vida cotidiana.
- (ii) Democrática. La comprensión de la NdC hace falta para analizar y tomar decisiones bien informadas en cuestiones tecnocientíficas con interés social.
- (iii) Cultural. La comprensión de la NdC es necesaria para apreciar el valor de la ciencia como un elemento importante de la cultura contemporánea.
- (iv) Axiológica. La comprensión de la NdC ayuda a entender mejor las normas y valores de la comunidad científica que contienen compromisos éticos con un valor general para la sociedad.
- (v) Docente. La comprensión de la NdC facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias científicas y el consiguiente cambio conceptual.

El que la NdC se haya convertido en un objetivo permanente de la educación científica recibiendo cada vez mayor atención demuestra el claro fracaso de la enseñanza de las ciencias practicada hasta ahora. Lederman & Niess (1997, p. 1) lo manifiestan de un modo rotundo cuando dicen que “la longevidad de este objetivo educativo solo ha sido superada por la longevidad de la incapacidad de los estudiantes para estructurar el significado del término NdC y esbozar las características de la ciencia”.

En este sentido se ha determinado que dentro de la enseñanza de la ciencia siempre se han establecido “falsas concepciones”, que han generado metodologías y prácticas didácticas inadecuadas y que no permiten que los estudiantes tengan un aprendizaje significativo y óptimo de ella, teniendo una visión equivocada de la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia.

Las investigaciones sobre errores conceptuales condujeron muy rápidamente a distintos autores a verificar la hipótesis más plausible de la existencia en los estudiantes de ideas sobre temas científicos previas al aprendizaje escolar y que fueron designadas como “teorías ingenuas” (Carramanza & Cols, 1981). Algunos estudios señalan que el interés por las preconcepciones “ideas previas”, viene desde épocas anteriores, como en el caso de Vigotsky, (1973) “Prehistoria del Aprendizaje” haciendo referencia a los conocimientos previos que posee el niño. Bachelard (1938) considera que el niño “posee un conocimiento anterior”. Estos autores coinciden en decir que las preconcepciones son el fruto de las experiencias cotidianas de los niños, tanto físicas como de tipo social, que constituyen la cristalización de un conocimiento precientífico.

A partir de la anterior referencia se puede decir que las preconcepciones constituyen un primer elemento que obstaculiza el proceso de construcción de conceptos adecuados en el área de ciencias en los estudiantes, siendo un segundo elemento la persistencia de dichas preconcepciones a causa de una enseñanza inadecuada en las Instituciones Educativas, por lo cual se han observado (Cardozo 2009; Erin Peter 2009; McComas

1998; Morales 2009; Tamayo 2009; Vázquez, 2009, entre otros) diversas concepciones que se pueden denominar inadecuadas acerca de la naturaleza de la ciencia y que están profundamente arraigados en la práctica educativa de ciencias en todo el mundo. Entre ellas, algunas particularmente importantes por sus consecuencias negativas en la imagen de la ciencia que se transmite en la escuela son las que atañen a la universalidad y rigidez del método científico, la objetividad a toda prueba de la ciencia, la validez absoluta del conocimiento científico, el avance de la ciencia por acumulación, el carácter exclusivamente experimental de la ciencia, la posición realista ingenua, el ejercicio erudito y reservado de científicos, el carácter inaccesible y tan alejado de la cotidianidad de la investigación científica, a la relación entre género y científicos(as), a la preservación del medio ambiente y, al mismo tiempo, a la ciencia escolar asociado a la resolución de problemas cotidianos entre otros.

En efecto parece razonable, por ejemplo, que una imagen individualista y elitista de la ciencia apoye la idea empirista de “descubrimiento” y contribuya, además, a una lectura descontextualizada y socialmente neutra, de la actividad científica. Del mismo modo, por citar otro ejemplo, una imagen rígida, algorítmica, exacta, de la ciencia, puede reforzar una interpretación acumulativa, lineal, del desarrollo científico, ignorando las crisis y las revoluciones científicas. (Gil & Carrascosa, 2006).

Al respecto Bacherlad (1938), señala que es algo sorprendente el que los profesores de ciencia no han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega a la clase con conocimientos empíricos ya constituidos, tratando entonces, no de adquirir una cultura experimental sino más bien de transformar la cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana; la razón de ello se puede observar históricamente en las líneas de trabajo del grupo de Valencia (España) encabezado por el doctor Daniel Gil Pérez y el Dr Tamayo 2009, quienes defienden que deben crearse condiciones favorables que propicien la transformación adecuada de dichas preconcepciones ingenuas a concepciones plausibles o adecuadas. Por ejemplo, el trabajo de tesis de doctorado de Jaime Carrascosa Alis (2006), muestra que el origen y persistencia de los errores conceptuales se debe a incorrectos planteamientos

didácticos de los profesores, ya que en sus metodologías no se tiene en cuenta la estructura cognoscitiva que ya poseen los estudiantes, como también que no se combate la “Metodología de la superficialidad” practicada por profesores.

De otra parte, Matthews (1994) plantea que la problematización sobre la NdC es inherente a la ciencia multicultural, a la controversia sobre el evolucionismo y el creacionismo, a la relación entre género y científicos(as), a la preservación del medio ambiente y, al mismo tiempo, a la ciencia escolar asociado a la resolución de problemas cotidianos. En relación a estos planteamientos para los efectos de la enseñanza de las ideas sobre la NdC se aceptan las denominadas consensuadas que en líneas generales serían: La ciencia es un conocimiento provisional, dinámico, cambiante y empírico. Es una actividad cultural que está influida por los ámbitos sociales y los valores de la cultura donde se desarrolla. El conocimiento nunca puede llegar a ser totalmente objetivo, los datos, observaciones e inferencias están condicionados por las teorías existentes. No existe un único método científico. El conocimiento científico se genera mediante la imaginación, la creatividad y el razonamiento lógico (Acevedo, Vázquez, Manassero, Acevedo 2007, entre otros).

Con el fin de alcanzar estos propósitos y contribuir al desarrollo de la urgente y ambicionada idea de “Evolución conceptual” en un proceso de formación sobre NdC, se deben plantear estrategias que precisamente eviten la reaparición de dichas concepciones ingenuas, que se han presentado hasta hoy de manera persistente y aplicar procesos basados en estudios contemporáneos, sustentados por diferentes autores en busca de satisfacer requisitos entre los cuales varios se proponen con el desarrollo de este proyecto: Realizar una reflexión de tipo epistemológico, ambientada en la historia de la ciencia y advertida con un mayor énfasis en el caso de este proyecto por la sociología de la ciencia; construir una imagen de ciencia realista y racionalista moderada (Izquierdo, 2000; Izquierdo & Adúriz-Bravo, 2003; Izquierdo & Aliberas, 2004) y sintonizar con los contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes.

## 5.2 LA DIDÁCTICA DE LA CIENCIA, DISCIPLINA EN CONSTRUCCIÓN

Por medio de la Didáctica de las Ciencias, como un campo de saber multidisciplinario, con un objeto de estudio definido, en el que se integran aspectos humanos, sociales, culturales y tecnológicos, se busca explicar, comprender y transformar la realidad del aula, para lo cual se requiere conocer con profundidad lo que en ella sucede, así como saber establecer relaciones significativas entre los diseños curriculares de orden local/nacional con las realidades escolares en contexto. Para lograr estos propósitos la didáctica cuenta en la actualidad con un conjunto de saberes que constituyen el núcleo a partir del cual se generan los nuevos conocimientos constituido por ideas como: transposición didáctica, enseñanza significativa, evaluación formadora, autorregulación de los aprendizajes, cambio conceptual, entre muchas otras (Tamayo 2009).

El problema central que se plantea la didáctica de las ciencias es cómo enseñar ciencias significativamente. Para ello debe describir, analizar y comprender los problemas más significativos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, diseñar y experimentar modelos que ofrezcan posibles soluciones a la problemática educativa, (Tamayo, 2009).

Aduriz-Bravo y Izquierdo (2002) presentan la didáctica de la ciencia como una disciplina independiente de las ciencias sociales cuyo recorrido histórico lo dividen en cinco etapas (ya planteadas por Aduriz-Bravo en el 2000):

Una etapa adisciplinar, desde el siglo XIX hasta los años 50, con publicaciones muy escasas sobre el tema por lo cual no se hablaba de una didáctica como tal, solo se hacían propuestas metodológicas sin fundamento de un buen marco conceptual. Otra etapa Tecnológica, en los años 50 y 60, donde se preocuparon por modificar los currículos para la enseñanza de la ciencia.

La etapa protodisciplinar, años 70, se refiere a los conocimientos o preconceptos sobre la disciplina donde la didáctica de la ciencia se crea como un nuevo campo de estudio,

donde se empiezan a plantear problemas propios de la disciplina.

Etapa de disciplina emergente, años 80's, donde el grupo de didactas trabajan sobre las mismas problemáticas haciéndose imprescindible un trabajo fuerte sobre los marcos conceptuales y metodológicos de estos.

Y la etapa como disciplina consolidada, últimos años, se trabaja la didáctica de la ciencia como cuerpo teórico y comunidad académica, que permitiría que fuera enseñada teniendo como referencia la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia.

Desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias, una actividad importante del docente consiste en dar a los estudiantes una adecuada descripción de las funciones, procesos y límites de la ciencia a sus estudiantes. No se trata de llevar al aula las polémicas centrales de la filosofía de la ciencia, más que ello, se trata de considerar el aula de ciencias como un espacio en el que es posible acercar a los estudiante a lo que es la ciencia y el trabajo científico, un espacio en el que se hace un tipo de ciencia: la ciencia escolar.

En entrevista con el investigador Carlos Javier Mosquera Suarez y haciendo alusión al tema de la didáctica de las ciencias experimentales dice:

La Didáctica de las Ciencias, como cualquier otro campo de conocimiento, no se produce y se consolida en forma aislada. Requiere del aporte de los resultados de otros campos de conocimiento, de manera que la Didáctica de las Ciencias adquiere la forma de una “ciencia auxiliada” que se nutre de “ciencias auxiliares”.

De acuerdo con nuestras investigaciones, las principales “ciencias auxiliares” en las que nos basamos para elaborar conocimientos en didáctica de las ciencias y para llevarlos a la práctica son:

- La epistemología de las ciencias, para comprender formas alternativas de producción, validación, aceptación o rechazo y desarrollo de conocimientos científicos. Ella misma nos ayuda a comprender qué entendemos por comunidad científica y cómo es que las personas (hombres y mujeres) dedicadas al conocimiento científico desarrollan sus ideas, las comunican, las defienden, deciden en momentos cambiar ideas (propias o ajenas), las ponen en práctica y procuran finalmente entablar relaciones entre los nuevos resultados y la vida diaria de las personas.
- La historia de las ciencias, porque nos ayuda a comprender no sólo los “¿qué?” de los conocimientos científicos sino también y principalmente los “¿cómo?”, así tenemos una mejor idea de la manera como se desarrolla el conocimiento científico, de las “luchas” que han tenido que dar muchas personas por impulsar sus ideas y en ocasiones, por demostrar la necesidad de cambiar ideas predecesoras (sean éstas ideas cotidianas o ideas científicas, es decir, ideas con mayor nivel de elaboración).
- Las ciencias cognitivas, para comprender cómo razonamos y cómo consolidamos ideas, conocimientos, actitudes, valores y esquemas de acción las personas.
- La pedagogía, porque al fin de cuentas, reflexionar y actuar sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, es una manera de educación de las personas. De hecho sabemos que hay muchas otras expresiones de conocimientos diferentes a las científicas, pero también sabemos que en parte, con mayor razón en un mundo cada vez más permeado por acelerados cambios en la ciencia y en la tecnología y que impactan en nuestras vidas cotidianas, se hace necesario asumir posturas críticas y elaborar explicaciones fundamentadas en conocimientos científicos autónomamente elaborados pero debidamente fundamentados sobre diversas situaciones del mundo físico y social.

- La sociología de las ciencias, porque sabemos que no hay una sola ciencia sino muchas ciencias. Diferentes culturas elaboran conocimientos a su manera con la intención de resolver sus problemas locales y muchos de esos conocimientos han ido consolidándose hasta alcanzar niveles de aceptación universal. El encuentro de esas diversas clases de conocimientos, así como el logro de explicaciones sobre las relaciones (que son mucho más fuertes de lo que muchas veces creemos) entre conocimientos cotidianos y conocimientos científicos, son objeto de estudio de la sociología de las ciencias que hoy en día se preocupa mucho por cosas como “ciencias e interculturalidad”.

Frente al mismo objeto de análisis, Tamayo (2009), afirma que en la actualidad es claro que la didáctica de las ciencias se considera como un campo del saber con un objeto de estudio definido y un referente teórico-metodológico en proceso de consolidación y en el que el aporte de otros campos del saber es altamente significativo.

En los últimos años, los desarrollos de la investigación en didáctica de las ciencias muestran cambios importantes y significativos que evolucionan el estudio de las concepciones sobre NdC y que permiten abrir nuevas perspectivas para los últimos y futuros estudios en pro de una alfabetización científica, los cuales se muestran en la tabla 1:



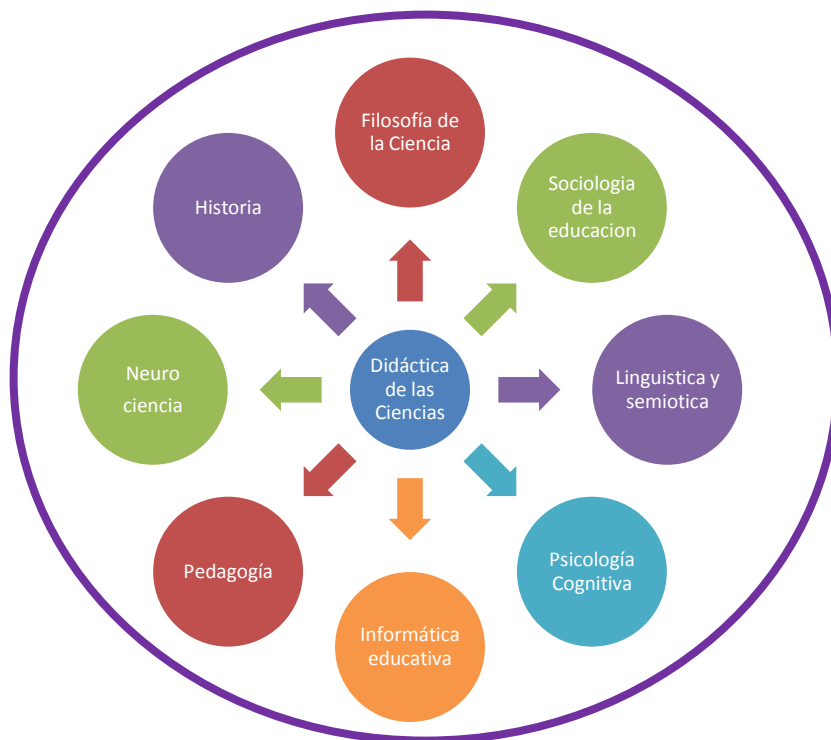
**Tabla 1.** Tendencias evolutivas en la investigación en didáctica de las ciencias.

|   |   |   |
|---|---|---|
| Errores conceptuales                    | ⇒ | Concepciones alternativas                     |
| Cómo eliminar errores                   | ⇒ | Cómo favorecer su evolución                   |
| Ideas en mecánica                       | ⇒ | Ideas en todas las disciplinas                |
| Concepciones del alumno                 | ⇒ | Concepciones del profesorado                  |
| Descripción de las ideas                | ⇒ | Búsqueda de modelos                           |
| Cómo enseñar cada concepto              | ⇒ | Cómo aprende el alumno                        |
| Cómo construye cada individuo sus ideas | ⇒ | Cómo se construye socialmente el conocimiento |
| Cómo cambian las ideas los alumnos      | ⇒ | Cómo evoluciona su conocimiento               |
| No se discuten objetivos y contenidos   | ⇒ | Revisión de objetivos                         |
| Evaluación tradicional                  | ⇒ | Autorregulación de los aprendizajes           |

Fuente: (Tamayo 2009, Adaptado de Duit 1993)

La didáctica entonces, debe estar dirigida al análisis de problemas y su intervención, que reconozca los intereses de los estudiantes y que esté en interacción con los desarrollos de la ciencia de referencia y en un marco contextual específico. A manera de ilustración en la actualidad se observa que los temas científicos tradicionales ya no son motivantes para los estudiantes; en consecuencia, la alfabetización científica debe dirigirse a temas transversales como: educación preventiva en salud, educación ambiental, relaciones ciencia-técnica-sociedad, contaminación global, alimentación y nutrición mundial.

**Figura 6.** Diferentes campos del conocimiento que se integran en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias



Fuente: Tamayo. 2005

En este sentido, para la construcción de una unidad didáctica innovadora, eficiente y acorde con los estudios y las últimas tendencias del proceso científico, que delimite esquemas conceptuales adecuados y en la cual se tengan en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes, se hace referencia a la didáctica de las ciencias identificada en múltiples actividades de acción- reflexión; un uso amplio y adecuado del lenguaje y la comunicación que genere una actividad escolar dirigida a la construcción científica, la resolución de problemas específicos formulados en términos de interacción entre el profesor, los alumnos y el conocimiento; la aplicación de un proceso gradual de transformación y evolución conceptual donde de acuerdo con Tamayo (2009) no se presente una yuxtaposición de ideas sino más bien un reconocimiento de semejanzas y diferencias entre diferentes modelos que explican una realidad determinada.

### 5.3 COMPONENTE SOCIOLOGICO DE LA CIENCIA Y RELACIONES CTSA

En el surgimiento de la didáctica de las ciencias, como una nueva área del conocimiento, es característico asumir los problemas de estudio desde una perspectiva multidisciplinaria en la que se integren aspectos humanos, sociales, culturales y tecnológicos. Son problemas complejos en el sentido en que integran o relacionan la ciencia, la tecnología y la sociedad. (Tamayo, 2009).

Con respecto a ello, se conoce que la principal dificultad que se presenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los temas científicos, es que se enseña a los estudiantes un perfil incompleto de ciencia y su práctica, aprenden el *qué* y no el *cómo*; en términos de Kilbourn (1982), citado por Duschl (1995), “con demasiada frecuencia, la Didáctica de las Ciencias es sustraída del contexto y presentada sin el material de antecedentes críticos necesarios para comprender bien los significados y transiciones de la ciencia” De esta manera es necesario para los profesores y toda la comunidad educativa, el conocimiento, pensamiento y práctica de la Didáctica de las Ciencias desde la perspectiva multidisciplinaria que su estudio conlleva; desde los campos de la historia y filosofía de la ciencia, las ciencias cognitivas, la sociología de la ciencia entre otros.

Por medio de la Didáctica de las Ciencias se busca reflexionar acerca de la Naturaleza de la ciencia, del carácter de la ciencia en sí misma. McComas et al. 1998, proponen el uso del concepto Naturaleza de la Ciencia para describir el trabajo científico en Didáctica de las Ciencias y cómo la sociedad en sí misma dirige y reacciona frente a los desafíos científicos.

Por tanto, una de las posibles causas del desinterés hacia las ciencias y su estudio y de las actitudes negativas de los estudiantes es la desconexión entre la ciencia que se enseña y el mundo que les rodea, su falta de aplicaciones prácticas, es decir, la ausencia de las interacciones CTS. De hecho, en investigaciones llevadas a cabo con profesores y estudiantes de ciencias, ambos estamentos señalan la importancia de dichas interacciones para lograr un mayor interés en el alumnado hacia el estudio de

las ciencias (Solbes & Vilches 1992, 1995). Penick & Yager (1986), en el análisis de cursos de ciencias considerados excelentes realizados por estudiantes norteamericanos, señalaron que las relaciones ciencia, tecnología y sociedad, constituían una parte central de los cursos más valorados. Comprobaron, así mismo, que cursos con estas características además de favorecer el interés, mejoraban los resultados de los exámenes oficiales.

Desde el punto de vista de la educación, es importante señalar algunas de las causas que pueden dar relevancia al tratamiento de las interacciones CTS en la enseñanza básica. En primer lugar, ya hemos señalado que a muchos estudiantes la enseñanza de las ciencias puede parecerles poco interesante. Esto es comprensible si se tiene en cuenta que frecuentemente se presentan las materias científicas de forma que los alumnos y alumnas las ven como algo abstracto y puramente formal, sobre todo en el caso de la física y la química. Pero basta con fijarnos en la historia de la ciencia para darnos cuenta de que el desarrollo científico ha venido marcado por la controversia, las luchas por la libertad de pensamiento, las persecuciones, la búsqueda de soluciones a los grandes y pequeños problemas que la humanidad tenía planteados, y todo ello está lejos de resultar algo aburrido y monótono (Gagliardi 1988, Gil et al. 1991).

Los estudios de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS), tanto desde el campo de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia como desde la educación científica, han sufrido un enorme desarrollo en los últimos años. De hecho, los trabajos en torno a estos temas constituyen en la actualidad una línea de investigación importante en la didáctica de las ciencias, como pone de manifiesto la gran cantidad de trabajos, artículos y revisiones bibliográficas publicadas (Vilches 1994, San Valero & Solbes 1995, López Cerezo 1998a)

Todo ello pone de manifiesto lo mucho que se ha avanzado en este campo. Han mejorado las condiciones necesarias para prestar una mayor atención a los aspectos de relación ciencia, tecnología y sociedad, para conseguir la necesaria alfabetización científica de la sociedad, pero estos hechos no aseguran que las nuevas propuestas se

lleven a la práctica (Cronin-Jones 1991). Así, en la educación científica, diversas investigaciones han señalado la existencia de numerosos problemas en este ámbito (Aikenhead 1985, 1987, 1988, Fleming 1988, Hodson 1992, Solomon 1993, Caamaño et al. 1995, Solbes & Vilches 1997) y se ha puesto de manifiesto la necesidad de implicar a los docentes en los procesos de cambio, si se pretende que éstos se generalicen (Gil et al. 1998). Será necesario que el profesorado se apropie de las nuevas orientaciones y comprenda la importancia de los nuevos contenidos, de los nuevos objetivos y finalidades de la educación científica imprescindibles para afrontar el reto de la formación de los futuros ciudadanos del siglo XXI.

#### **5.4 ENFOQUES METODOLÓGICOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

Se llama la atención sobre la imposibilidad de un cambio conceptual efectivo, si no va asociado a un cambio metodológico que permita a los alumnos superar las formas de pensamiento “de sentido común” y abordar los problemas con una orientación científica (Gil, 2001), por tal motivo es muy importante tener en cuenta los modelos pedagógicos y metodologías que han demostrado ser efectivas y que han orientado la Didáctica de las ciencias.

En este sentido, desde el punto de vista metodológico se hace referencia a algunas de las tendencias innovadoras que han marcado momentos históricos en la enseñanza de las ciencias: la enseñanza por transmisión- recepción de conocimiento y el aprendizaje por descubrimiento; La crítica relegó esta última a un segundo plano para defender dentro de una visión renovada “el aprendizaje por recepción”, es decir, de la enseñanza por transmisión de conocimientos ya elaborados Ausubel (1978) y Novak (1979), en el cual se resaltaba el papel de guía del profesor para evitar las adquisiciones dispersas que proporciona el descubrimiento incidental, marcado por el inductivismo en la elaboración de las estructuras conceptuales de los estudiantes y el aprendizaje de los nuevos conocimientos, aunque de igual manera la enseñanza de transmisión de conocimientos quedo atrás por resaltar el protagonismo del profesor y relegar generalmente al estudiante a un segundo plano como simple receptor de

teorías y conceptos. Como última tendencia encontramos la enseñanza integrada de las ciencias como superación de planteamientos alejados de la realidad y carentes de interés; se trata de una propuesta que parte de la crítica a los currículos actuales de ciencia por su carácter operativista, centrados en situaciones artificiales, sin apenas conexión con la realidad, carentes de significado para los alumnos (Báez 1977), porque, si bien es cierto que es importante la integralidad de conceptos ya que permiten la interdisciplinaridad para una ciencia globalizada hay que tener en cuenta que no se debe caer en visiones reduccionistas y confusas de los contenidos parciales sobre Ciencias; Biología, física y química.

El análisis de esta cotidianeidad indicaría que las prácticas docentes en Ciencias Naturales están impregnadas por tendencias pedagógicas y modelos de aprendizaje, de los cuales los docentes no siempre son conscientes y más aún, que carecen de los fundamentos teóricos que los sustentan. Algunas de estas tendencias es que a los docentes se les dificulta el trabajo de análisis, interpretación y cuestionamientos de situaciones escolares, como por ejemplo "las actitudes que asumen" en su propia práctica en el aula. Esas actitudes evidencian un cierto pragmatismo sin problematización con una inclinación a la evaluación/valoración permanente de los alumnos, en el sentido de "poder", es decir de control, intimidación o sanción (Brandi de Lizana, 1986). Los estudiantes entonces aprenden presionados por una nota, conceptos aislados y vinculados a todos los ya nombrados errores conceptuales sobre las ciencias.

De esta manera para la construcción de una unidad didáctica innovadora, eficiente y acorde con los estudios y las últimas tendencias del proceso científico, que delimite esquemas conceptuales adecuados y en la cual se tengan en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes (García, Pro & Saura, 1995), se hace referencia a la aplicación de un modelo constructivista, o mejor de la "emergencia de un modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias" (Novak, 1988) que integra las investigaciones recientes sobre didáctica de las ciencias (Hewson, 1981; Posner &

cols., 1982; Gil, 1983; Osborne & Wittrock, 1983; Hodson, 1988...) con muchas otras contribuciones precedentes (Bachelard, Kelly, Piaget, Vigotsky,...).

A la par de la metodología constructivista se plantea el aprendizaje como tratamiento de situaciones problemáticas de interés ya que según estudios realizados (Gil, De Guzmán Miguel 2001; J. Bernardino López, N. Costa, 1996), se presenta como la metodología más coherente con la orientación constructivista, no como una solución de problemas de lápiz y papel o como solución y desarrollo de simples algoritmos y recetas sino como una caracterización de situaciones problemáticas que plantean dificultades para las que no se poseen soluciones hechas (Krulik & Rudnik, 1980: Rendergast, 1986). De esta manera, si se acepta la idea de que todo problema es una situación ante la cual se está inicialmente perdido, una posible orientación consistiría en preguntarse: ¿Qué hacen los científicos en este caso? Con ello planteamos muy concretamente qué es lo que hacen los científicos delante de lo que para ellos constituye un verdadero problema y no ante un enunciado de lápiz y papel como los que se incluyen en los libros de texto y de los que actualmente parte esta propuesta metodológica.

Erin E. Peters (2009), conceptúa que "...los estudiantes pueden aprender la naturaleza de la ciencia a través de la reflexión sobre su propio trabajo, en lugar de interpretar el trabajo de los científicos como un observador externo y pasivo".

La didáctica de las ciencias presenta una viabilidad y aplicabilidad en la fundamentación de los aprendizajes significativos dentro de las nuevas tendencias que nos presenta el modelo educativo constructivista como propensión pedagógica (Tamayo, 2009) y según autores como Driver, Viennot, Giordan, Host, Duschl, von Glassersfeld y Matthews, entre muchos otros, el constructivismo, como corriente de pensamiento, tiene aportes que se pueden ubicar en la filosofía de la ciencia, en la pedagogía y en la psicología además de la Didáctica de las Ciencias como campo de conocimiento. Driver (1986) resume de la siguiente manera las principales características de la visión constructivista:

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender tiene importancia
- Encontrar sentido supone establecer relaciones: los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados y que se relacionan de múltiples formas. (Relaciones CTS).
- Quien aprende construye activamente significados.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje.

Entonces, la innovación en la enseñanza de las ciencias no puede convertirse en un retoque de modelos pedagógicos sino en un cambio de paradigma. El modelo constructivista viene constituyéndose en integrador de los diferentes aspectos de la enseñanza- aprendizaje de las investigaciones sobre la didáctica de las ciencias - (Hewson, 1981; Posner & Cols, 1982; Gil, 1983, Hodson, 1988).

Se requiere ahora, de grandes esfuerzos para asumir el papel docente desde la perspectiva de la Didáctica de las Ciencias, para pensar y actuar sobre la enseñanza y proporcionar a los estudiantes una formación activa, metacognitiva, lingüística, motivacional, autónoma, y que genere gran interés por el conocimiento científico que tanto se requiere en el mundo globalizado tecnocientífico contemporáneo.



## 6. DISEÑO METODOLÓGICO

### 6.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Por las características del objeto de estudio, como lo es incidir en la realidad educativa, se recurrirá a la investigación–acción (IA). Este método de tipo social, que data de la década del cuarenta del siglo pasado, hace especial referencia a la opción de implementar estrategias para mejorar sistemas educativos y por supuesto sociales. De igual manera, como señalan Perafán y Adúriz (2005) la reflexión sobre el pensamiento docente debe entenderse desde lo implícito, para lo cual los estudios requieren de métodos cualitativos, llevados a cabo en la presente investigación.

**Figura 7.** Espiral de pasos “Investigación – Acción”



Fuente: Lewin, 1946

La IA es un proceso de indagación y de introducción de cambios en los grupos y comunidades, los que se observan científicamente determinando sus efectos con la opción de que estos se replanteen (McKernan, 2001). La IA parte de la premisa de que el papel que juega la relación docente-estudiante es práctica-teórica, por tanto toda reflexión teórica en educación tiene algún vínculo con la práctica generándose nuevo conocimiento desde el punto de vista teórico. Este conocimiento consistiría en una nueva comprensión interpretativa de la práctica misma (McKernan, 2001).

Latorre (2007) citando a Carr y Kemmis, plantea que la IA debe contribuir a la transformación crítica de las prácticas mismas, a la superación de las limitantes que esta pueda tener, no siendo suficiente con esa comprensión interpretativa ya que es una metodología capaz de permitir el estudio de una situación educativa particular, de analizar y comprender sus posibles dinámicas de cambio y de mejorar, como fin último, la calidad de la misma.

El desarrollo de la IA implica una serie de fases que se relacionan dialécticamente, produciendo una mutua influencia entre sus componentes. Estas fases se derivan del triángulo de Lewin Investigación, Acción y Formación (Latorre, 2007).

En el estudio se aplicaron cuatro fases así:

Fase Inicial - Planificación de la propuesta: El proceso investigativo se inició con la teorización, reflexión y diseño de las unidades didácticas, para lo cual se recurrió a revistas internacionales, textos relacionados, estrategias aplicadas por diferentes autores, páginas web, programas, videos y blogs, la asesoría permanente del Dr. Nestor Cardozo y el apoyo de dos de los profesores de ciencias naturales de la Institución Educativa Técnica Fabio Lozano y Lozano de Piedras y el instructor del Sena, con el fin de determinar los criterios para la definición de finalidades-objetivos, seleccionar, organizar y secuenciar contenidos, seleccionar y estructurar las actividades prácticas y de evaluación y criterios para la organización y gestión en el aula.

De igual manera se constituyó el colectivo de alumnos con 14 estudiantes del grado 11 de la IET Fabio Lozano y Lozano de Piedras (Tolima), que participaron en el proceso reflexivo y constructivo, trabajando 5 horas semanales durante el primer semestre del año escolar 2012.

**Fase 1:** Se inicia con el diseño y aplicación del instrumento COCTS, donde se exploraron las concepciones de los estudiantes acerca de las Relaciones CTSA y el tema Composición de la Materia – Mezclas, con el fin de establecer la caracterización de las mismas, como etapa fundamental para el reconocimiento de todos los factores sociales, económicos, políticos, tecnológicos, ambientales, etc, que ejercen influencia en el desarrollo científico del país y el contexto educativo en relación con el estudio del tema. De esta manera se da significado a las relaciones encontradas entre las diferentes categorías y subcategorías estudiadas (Ver tabla) y la realización de visitas con actividades teórico-prácticas a empresas industriales de la región al aplicar la Unidad Didáctica No.1 “Relaciones CTSA”.

Todo el análisis y aplicación de las UD se construyó con respecto a las siguientes categorías y subcategorías de análisis acordes al estudio realizado, enfocado hacia el componente sociológico de la ciencia (Tabla 2).

**Tabla 2.** Categorías y subcategorías de análisis

| CATEGORÍAS DE ANÁLISIS             | SUBCATEGORIAS DE ANALISIS   |
|------------------------------------|---|
| <b>Relación Ciencia-Tecnología</b> | ¿Como se hace la ciencia y en que ámbitos se desarrolla?<br>¿La ciencia influye en la tecnología?<br>¿La ciencia y la tecnología aportan al desarrollo social e industrial?   |
| <b>Relación Ciencia-Sociedad</b>   | ¿Como influye la ciencia en la sociedad?<br>¿Cómo influyen los aspectos culturales y religiosos en el desarrollo de la ciencia?<br>¿Cómo influyen los aspectos políticos y económicos en el desarrollo de la ciencia?                       |
| <b>Relación Ciencia-Ambiente</b>   | ¿Como incide el nuevo conocimiento científico en las formas de pensar, hablar y actuar sobre el mundo?<br>¿Los científicos son responsables de los efectos causados por sus descubrimientos?<br>¿Qué relación existe entre ciencia y ética? |
| <b>Relación CTSA</b>               | ¿Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país?<br>¿La ciencia y la tecnología influyen sobre la sociedad?   |

**Fase 2:** Análisis de la información recogida durante el estudio de las Unidades Didácticas 2 “Cómo trabajan los científicos” y 3 “Influencia y aplicación de las CTSA”. Donde se realiza un estudio de las concepciones de los estudiantes con respecto tema Composición de la materia y su contextualización histórica y social.

Se procede a la negociación de significados de la experiencia y a la redefinición de objetivos. En esta fase la participación activa de los estudiantes participantes es fundamental en función del cumplimiento de los principios básicos de la IA como lo es tener en cuenta sus problemas, concepciones y posibles soluciones. Así mismo, se establecerá el grado de adecuación que muestren los estudiantes sobre la NdC. En esta fase se consignarán una a una las discusiones parciales a manera de memoria del proceso.

**Fase 3:** Durante el desarrollo de esta tercera fase, se expone uno de los trabajos teórico-prácticos realizados durante la aplicación de las últimas sesiones y una entrevista, con el fin de observar y analizar cómo convergen los diferentes conceptos, actividades y metodologías de enseñanza-aprendizaje sobre el tema que nos compete

en el desarrollo del proyecto “La transformación progresiva de las concepciones de los estudiantes sobre NdC desde la perspectiva de la sociología de la Ciencia y aplicada al tema Composición de la materia-Mezclas en relación al análisis en los campos conceptual, cognitivo y motivacional y de acuerdo con las categorías y subcategorías asignadas desde el componente sociológico y relaciones CTSA.

Para esta fase ya se han compilado documentos elaborados por los mismos participantes durante todo el trabajo de investigación, donde se han consignado sus avances, dificultades y reflexiones, con lo cual se realiza el análisis final. Incluye las reflexiones y los alcances de las transformaciones de las concepciones sobre NdC de los participantes. Se realiza una comprensión de sentido final donde la reflexión adquiere connotación de avance cualitativo y significativo.

Sin embargo, como se advirtió anteriormente, las fases no son de ningún modo lineales, más bien es un proceso circular en el sentido de que sus componentes se relacionan e influyen mutuamente, por ello, de la aplicación práctica del modelo se retrocede a la planificación del mismo para hacer ajustes y, a partir de estos, modificar su aplicación práctica, y así sucesivamente, es decir, el círculo implica acción-reflexión-acción de manera constante en búsqueda de una mejor comprensión del problema, según la aplicación de la metodología IA.

El enfoque metodológico en el que se basa el diseño, construcción y desarrollo de la UD es el constructivismo en torno a la transformación conceptual de los contenidos. (Gil 2001, 2007; De Guzmán 2001; Tamayo 2009, entre otros) donde se presentan como recursos fundamentales el uso de mediaciones tecnológicas, el contacto directo con los procesos de transformación industrial, aula de video, aula de sistemas, aula de clase y la experimentación en el laboratorio. Entendiendo el término mediaciones tecnológicas no como un proceso meramente instrumental sino estructural: la tecnología remite hoy, no a la novedad de unos aparatos sino a nuevos modos de percepción y de lenguaje, a nuevas sensibilidades y escrituras (Erazo 2001).

## 6.2 ESTUDIOS SOBRE EL CAMPO CONCEPTUAL DE LA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA – MEZCLAS, EVOLUCIÓN HISTÓRICO SOCIAL E INFLUENCIA CTSA. (TOMADO EN GRAN PARTE POR EL TRABAJO REALIZADO POR FURIÓ Y DOMINGUEZ, 2007)

De acuerdo con Tamayo 2009, para iniciar un análisis de evolución conceptual con el fin de mejorar la enseñanza aprendizaje de las Ciencias, un primer grupo de estudios está relacionado con propuestas de investigación encaminadas a establecer los conceptos centrales que han orientado la enseñanza del campo conceptual del tema en el presente estudio sobre “la Composición de la materia”, en los diferentes niveles de escolaridad, a través de la historia. En este primer grupo son importantes las relaciones establecidas entre la ciencia, la ciencia enseñada y la ciencia aprendida (Chevallard, 1985; Dupin & Josua 1993).

Según estudios realizados por diferentes autores en la historia del concepto Composición de la materia (Furió, Carles, Domínguez, 2007, entre otros), han sido varios los modelos conceptuales que se han planteado la interpretación de la diversidad de los materiales existentes en la Tierra, así como sus cambios químicos. Una de las primeras cosmovisiones fue la del modelo aristotélico-escolástico, introducido por los filósofos griegos hace más de veinticinco siglos y prácticamente hegemónico hasta el siglo xvi. Según esta concepción, el mundo terrestre era impuro, dado que estaba formado por mezclas de cuatro elementos, mientras que el mundo celeste se suponía puro, es decir formado por un único elemento: el éter (Gil, 1981). Estas ideas comenzaron a ponerse en cuestión a partir del siglo xvi y es en el xvii cuando filósofos mecánicos, como Boyle, empezaron a introducir de manera implícita que los sistemas materiales terrestres podían estar formados macroscópicamente, bien por mezclas (de sustancias) o bien por una única sustancia que, a su vez, podía ser «*un cuerpo perfectamente sin mezcla*» (sustancia simple) o «*un cuerpo perfectamente mezclado*» (sustancia compuesta) (Holton & Roller, 1963). Llegar a concebir una explicación atomista de los cambios químicos en el siglo XIX requirió superar previamente controversias sobre los conceptos macroscópicos de *sustancia* y

*compuesto químico*. Con el fin de presentar los principales problemas históricos que se produjeron hasta llegar a la introducción de estos conceptos en lo que podemos llamar modelo macroscópico del siglo XVIII y cómo fueron interpretados microscópicamente en el modelo atomista del XIX, se resumen a continuación los principales saltos cualitativos que llevaron a la concepción de la química como una ciencia moderna.

a) La superación de las diferencias propuestas en el modelo aristotélico entre la materia corpórea (sólidos y líquidos) y la materia rara (gases) facilitó la hipótesis del comportamiento unitario de la Materia

Según el paradigma aristotélico, todos los objetos materiales terrestres estaban formados por una única materia prima sobre la cual se habían impreso unas cualidades aportadas por los conocidos cuatro elementos. La proporción de cada uno de ellos en el material explicaba cualitativamente las propiedades del mismo. A título de ejemplo, según este modelo, el agua cotidiana estaba formada por los elementos agua (mayoritario en su composición), aire (cuyo desprendimiento se observa inicialmente al calentar el agua) y tierra (que es el residuo que queda en el recipiente cuando toda el agua se ha vaporizado). La diversidad de materiales existentes se clasificaba atendiendo a la posibilidad de ser percibidos, o no, por los sentidos. Así, aquellos que se veían, se podían tocar y pesar fueron considerados *materia corpórea* (cuerpos), mientras aquellos otros como los gases y vapores que apenas se veían y no podían pesarse (porque flotaban) se les clasificaba como *materia rara*. Los cambios físicos y químicos se explicaban, sin diferenciación, basándose en la transmutación de unos elementos en otros cuando ocurrían estos procesos. Así por ejemplo, el paso de líquido a vapor, entonces denominado *rarefacción*, era considerado una transmutación del elemento agua, mayoritario en la composición de la materia corpórea *agua*, en el elemento aire de la materia rara *aire*, por la acción del elemento fuego. Por ello, el líquido inicial y el gas final resultante eran considerados materiales diferentes, dado que tenían propiedades físicas distintas.

En este modelo histórico no hace falta introducir el concepto de *sustancia* puesto que todos los sistemas materiales terrestres eran considerados mezclas de elementos ideales. Los fenómenos químicos más conocidos se clasificaban en tres tipos: la *síntesis* o proceso en el que se obtenía una mezcla heterogénea, la *crasis* o unión en la que se obtiene una mezcla homogénea y la *mixis*, en la que varios cuerpos se fundían para formar uno diferente (Leicester, 1967). En realidad, el concepto de *mixis* se refería, más en particular, a lo que hoy consideramos aleaciones. Se suponía que, al dividir de forma indefinida la «mezcla homogénea» obtenida, debería llegar un momento en que las partes yuxtapuestas se separarían. Dado que esta separación jamás se daba en la práctica, su explicación planteaba un problema que no resolvió este modelo histórico macroscópico (Partington, 1948). Hasta que no se consideró que los gases tenían el mismo carácter corpóreo que los sólidos y líquidos, existió una barrera que entorpeció las posteriores innovaciones (Brock, 1998). La superación de parte de los problemas enunciados hasta el momento comenzó a lo largo de los siglos XVI y XVII, cuando se llegó a mostrar que los gases, como el aire atmosférico, tenían peso (hipótesis de la existencia del «mar de aire» postulada por físicos como Torricelli, Pascal, von Guericke, etc.), que eran elásticos como los metales (trabajos de Boyle) y que no solamente existía el aire atmosférico, sino otros gases diferentes como el actual CO<sub>2</sub> (trabajos de van Helmont). Esta acumulación empírica de conocimientos llevó a aceptar la materialidad de los gases, la generalización de los tres estados físicos y a presuponer el comportamiento unitario de la materia.

Ello supuso un paso importante en la superación de la polémica entre materia continua o discontinua, al aceptarse más tarde como hipótesis general la estructura corpuscular de la misma (Hernández, 1997). En la Tabla 3 se resumen algunas de las explicaciones que la filosofía aristotélico-escolástica daba a los hechos empíricos relativos a la composición de los materiales y sus transformaciones, así como las principales dificultades y problemas que tuvieron.



**Tabla 3.** Breve resumen de las principales explicaciones dadas por el modelo aristotélico-escolástico a la composición de los materiales y sus cambios así como algunos de sus problemas y dificultades

| REFERENTES EMPÍRICOS  | DESCRIPCIÓN Y EXPLICACIÓN   | DIFICULTADES Y PROBLEMAS  |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los materiales ordinarios presentan una gran diversidad en sus propiedades.</li> <li>• Se establece una diferencia Categórica entre materia corpórea (sólidos y líquidos) y materia rara (vapores, gases, etc.).</li> <li>• La materia corpórea se clasifica en heterogénea y homogénea, según se observen directamente sus distintos componentes o no.</li> <li>• Los cambios materiales son muy diversos y forman un continuo, desde los más lábiles, como la rarefacción (vaporización), disolución, etc., hasta los más violentos (químicos), como la neutralización, la calcinación o la combustión. Así pues, entre los cambios físicos y los químicos no hay diferencias categóricas, sólo de grado.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los materiales reales están constituidos por una <i>materia prima</i> común sobre la que se imprime una <i>forma</i>, resultado de la mezcla de cuatro elementos ideales (tierra, agua, aire y fuego) y tres principios (mercurio, azufre y sal). Esta <i>forma</i> determina las propiedades observables, que se explican cualitativamente según la composición elemental de la mezcla.</li> <li>• Las propiedades de la materia corpórea se explican por contener mayoritariamente los elementos tierra y agua, mientras que los más abundantes en la materia rara son el aire y el fuego.</li> <li>• La mayor o menor homogeneidad de una mezcla se explica a partir del animismo y finalismo atribuidos a todos los seres, animados e inanimados. En particular, las relaciones de amor/odio de los materiales mezclados determinarán la homogeneidad o heterogeneidad de la mezcla. Por ejemplo, «lo semejante disuelve a lo semejante», es una regla empírica usada también actualmente, que tiene su fundamento en estas explicaciones.</li> <li>• Cualquier transformación se explica mediante la transmutación, producida a causa de una variación en la proporción de los elementos (cualidades).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe el concepto de <i>sustancia</i> opuesto al de <i>mezcla</i>, puesto que todos los materiales son considerados mezclas de elementos ideales que les dan forma (el mundo terrestre es impuro a diferencia del celeste).</li> <li>• Se establece una barrera entre la materia corpórea y la materia rara, esto es, los gases poseen un estatus material diferente al de los sólidos y líquidos. Ello dificulta considerar la unicidad de comportamiento de toda la materia ordinaria.</li> <li>• Los <i>mixtos</i> (en especial, aquellos que hoy consideramos sustancias compuestas) no presentan las propiedades de los materiales iniciales que los han formado. Para explicarlo se ha de suponer que los elementos existen en el mixto <i>en potencia</i> y no <i>en acto</i>.</li> <li>• Se suceden los fracasos en los procesos de transmutación que persiguen convertir los metales no nobles (plomo, zinc...) en oro.</li> <li>• Los paracelsianos ponen en cuestión la existencia de un único aire. Van Helmont propugna la existencia de gases distintos al aire común como, por ejemplo, «el gas silvestre», actual CO<sub>2</sub>.</li> </ul> |

Fuente: Furio y Dominguez, 2007

b ) A lo largo de los siglos XVI al XVIII se fueron construyendo los conceptos macroscópicos de *sustancia química* y *compuesto* en el modelo de los filósofos y químicos mecanicistas

Los avances en metalurgia y el uso en medicina de sustancias químicas como remedios para curar enfermedades propiciaron el desarrollo de las técnicas analíticas. Al mismo tiempo, los estudios empíricos de los filósofos mecánicos del siglo xvii, sobre análisis y síntesis de los cuerpos, llevaron a cuestionar la idea de elemento aristotélico (Boas, 1969). Todo ello hizo necesaria la introducción de la definición operacional de sustancia (Chalmers, 1998), opuesta a la idea de mezcla y definida como cuerpo con un conjunto de propiedades físicas y químicas características (Solsona e Izquierdo, 1998). El aumento de sustancias conocidas hizo necesaria una sistematización, de

forma que los compuestos conocidos fueron recogidos en tablas, en las que se relacionaban de acuerdo con su afinidad química, es decir, según su reactividad (Estanny e Izquierdo, 1990). Una de las primeras de estas tablas fue elaborada por Geoffroy en 1718. En ella, las sustancias estaban organizadas en columnas, de forma que cada compuesto podía ser fácilmente atacado por los que se encontraban situados por encima de él, quedando así explícitas sus posibilidades de combinación.

Los científicos del siglo XVIII consideraban los cambios químicos como una transmutación o como una separación de las cualidades, al tiempo que se producía una nueva generación de sustancias a partir del cuerpo inicial. Geoffroy, en cambio, asumió que las sustancias químicas eran entidades relativamente estables y escribió la formación de compuestos y el análisis químico en términos de «desplazamiento» de sustancias basado en un «buen entendimiento». La novedad de su idea radicaba en un cambio en la forma de ver las transformaciones, ya que explicaba los cambios como movimientos mecánicos (desplazamientos) de sustancias. Es decir, en el proceso de formación de un compuesto a partir de dos sustancias se habían de poner en contacto y, si eran afines, se unían. Para explicar la descomposición del compuesto a causa de la adición de una tercera sustancia, se suponía que una de las dos sustancias originales que lo habían formado era apartada de su lugar, pasando a ser sustituida por la finalmente agregada (reacción de desplazamiento).

Esta comprensión de los cambios químicos como interacción sustancial presente en los escritos de Geoffroy era propia del modelo histórico macroscópico de esta época y no requiere una teoría atómica de la materia. No obstante, algún autor indica que lo anterior presupone una aceptación tácita de la estructura corpuscular de la materia (Boas, 1969). En lo que sí existe cierto consenso es en señalar que Geoffroy diferenció empíricamente entre mezcla y compuesto químico contribuyendo así a la definición operacional de compuesto químico como cuerpo que tiene un conjunto de propiedades químicas características susceptibles de contrastación empírica (Klein, 1996). Ahora bien, esta definición operacional macroscópica de sustancia costó de aceptar hasta bien entrado el siglo XIX, tras superarse importantes controversias, como la conocida

entre Proust y Berthollet que, prácticamente, pasó desapercibida para la comunidad científica de finales del siglo XVIII (Bensaude-Vincent & Stengers, 1997). Lo que sí se consiguió durante el siglo XVIII fue el abandono de la idea de que todos los sistemas materiales presentes en la naturaleza eran mezclas de elementos y principios representativos de algunas propiedades, al asumirse que todas las mezclas se podían resolver en sustancias simples y/o compuestas. Todas estas sustancias estarían formadas por un número determinado de elementos químicos, ahora ya con un carácter más realista y próximo a los referentes empíricos conocidos como «cuerpos simples». Se aceptaba así la definición operacional de compuesto químico como sustancia de composición definida, como ya había planteado Geoffroy anticipándose a los conocimientos del momento (Klein, 1996).

**Tabla 4.** Explicaciones del modelo empírico de los filósofos mecánicos y químicos (siglos XVI al XVIII) sobre la composición de la materia terrestre a partir de las definiciones operacionales de sustancia y compuesto químico y problemas que subsisten

| REFERENTES EMPÍRICOS   | DESCRIPCIÓN Y EXPLICACIÓN  | DIFICULTADES Y PROBLEMAS  |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualquier sistema material real (cuerpo) puede catalogarse como:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mezcla (de sustancias)</li> <li>– <i>Cuerpo perfectamente mezclado</i> (hoy sustancia compuesta)</li> <li>– <i>Cuerpo perfectamente sin mezcla</i> (sustancia simple en la actualidad)</li> </ul> </li> <li>• Se acepta la existencia de diferentes «aires» con propiedades distintas (van Helmont).</li> <li>• Se acepta la <i>corporeidad</i> de la materia rara aristotélica. Es decir, se asume que los gases son tan materiales como la materia condensada (sólidos y líquidos), por tanto, tienen masa y peso.</li> <li>• Se presume que una misma sustancia puede estar en los tres estados de la materia (sólido, líquido y gas) y el paso de uno a otro es reversible.</li> <li>• Además de los cambios físicos, se acepta que, en los cambios químicos, las sustancias reaccionantes se pueden transformar en otras distintas, aunque no en cualesquiera.</li> <li>• Las sustancias se clasifican en metales y no metales según sus propiedades ópticas (color y brillo) y mecánicas (elasticidad, maleabilidad.).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se define empíricamente la sustancia como <i>cuerpo que tiene un conjunto de propiedades características que sirven para su reconocimiento</i>.</li> <li>• El comportamiento unitario de los gases lleva a aceptar su naturaleza corpuscular, hipótesis que, posteriormente, se extendería a toda la materia.</li> <li>• Se rechaza el concepto de <i>elemento aristotélico</i> y se introduce la idea de sustancia simple (elemental), como aquella sustancia que ya no es susceptible de ser separada mediante manipulaciones en el laboratorio. Se supone que todas las sustancias (elementales y compuestas) están formadas por unos pocos elementos químicos.</li> <li>• Se interpretan los cambios químicos como cambios sustanciales (formación de nuevas sustancias) que pueden ser explicados por la conservación de los elementos que entran en la composición de los reaccionantes. Esto conlleva la elaboración de tablas de afinidad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comienza a aceptarse el concepto empírico (macroscópico) de <i>sustancia</i>, pero la idea de compuesto químico que se deriva de las tablas de afinidad no fue fácilmente aceptada por la comunidad científica del siglo xviii.</li> <li>• La definición operacional de sustancia simple depende coyunturalmente de los procedimientos conocidos en aquella época para descomponer las sustancias.</li> <li>• Subsisten las dificultades respecto a la diferenciación entre mezcla de sustancias simples y compuesto formado por los elementos que entran en su composición. Todavía no quedaba resuelta la cuestión de los mixtos, porque era muy difícil pensar que un compuesto fuera una única sustancia con propiedades específicas y al mismo tiempo, se asumiera la conservación de los elementos que lo componen.</li> <li>• El conocimiento de los cambios químicos se basa en los resultados empíricos de las operaciones químicas de composición (síntesis) y descomposición (análisis) de sustancias.</li> <li>• No es creíble la existencia de una gran cantidad de elementos para explicar la diversidad de sustancias conocidas y sus transformaciones químicas.</li> </ul> |

En la Tabla 4 se resume la explicación que daba este modelo histórico de los filósofos de la naturaleza de los siglos XVI al XVIII a la composición de los materiales ordinarios mediante la introducción macroscópica de los conceptos de *sustancia* y *compuesto químico*. Interesa resaltar que este nuevo modelo macroscópico viene a sustituir al anterior modelo macroscópico aristotélico-escolástico. Estos nuevos conceptos serían reinterpretados microscópicamente más adelante mediante la hipótesis atómica de Dalton.

**c) La teoría atómica clásica de la materia interpreta microscópicamente los conceptos de elemento, sustancias elementales, compuesto y reacción química, así como la conservación de los elementos en este proceso**

El concepto de *sustancia simple*, como aquélla que no puede ser descompuesta, había empezado a gestarse a lo largo del siglo xvii, pero esta definición operacional no se hizo efectiva hasta que fue propuesta por Lavoisier (Fernández, 1999). A partir de este momento fue posible comprender macroscópicamente el cambio sustancial que se producía en una reacción química, al poder relacionar las sustancias reaccionantes con los productos, incluidos los gases, mediante la conservación de los elementos químicos (concebidos inicialmente como sustancias simples desde un punto de vista empirista) y de la masa que había mostrado Lavoisier.

Para poder llegar a construir la química como ciencia moderna era necesario establecer definiciones ontológicas sobre las sustancias y los fenómenos químicos compatibles con la estructura corpuscular que ya había propuesto Bernouilli para explicar las propiedades físicas generales de los gases en el siglo XVIII. Es decir, no se disponía de una representación microscópica general de las sustancias, en cualquier estado, y de los cambios sustanciales en las reacciones químicas y ésta sería la tarea a la que contribuyó especialmente John Dalton. Su hipótesis atómica de la materia nació a principios del siglo XIX, pero su consolidación se prolongó durante todo el siglo (Rocke, 1986; Brock, 1998), tras continuas y profundas discrepancias entre los representantes de los dos paradigmas existentes en la comunidad científica: el equivalentista y el atomista.

El principal objetivo del programa de investigación de los equivalentistas era la búsqueda y obtención de las relaciones ponderales de combinación de las sustancias. Una vez descubiertas estas relaciones matemáticas, se esperaba inducir una ley general explicativa, al igual que había ocurrido en la física. Para ello, los equivalentistas orientaban sus trabajos empíricos hacia la búsqueda de los elementos químicos, poniendo en cuestión la teoría atómica. Por su parte, los atomistas proponían una explicación ontológica, según la cual la materia estaría dividida en partículas ínfimas, indivisibles, idénticas para el mismo cuerpo simple, que se agruparían de manera diferente en cada compuesto. El primer intento de explicación cuantitativa del cambio químico según el modelo macroscópico empirista citado anteriormente lo proporcionó la hipótesis atómica de Dalton en 1805. Por primera vez en la historia de la química, los átomos o últimos invariantes eran principios físicos y químicos a un tiempo, ya que eran las partículas que suponía la geometría, así como los últimos productos del análisis químico (Boas, 1969). Es decir, el modelo microscópico atomista aportó un marco teórico adecuado para explicar las ideas recientes asumidas en el modelo macroscópico empirista y, en particular, las leyes de las proporciones constantes de combinación de Proust y la ley de la conservación de la masa de Lavoisier. Cabe resaltar que, especialmente, este nuevo marco microscópico aportó concreción y comprensión a la idea macroscópica de elemento químico al asociarlo a un conjunto de átomos iguales en masa.

A continuación, la Tabla 5 muestra cómo el modelo atómico de Dalton aportó una nueva visión ontológica con la que interpreta los fenómenos químicos y las dificultades que posteriormente se le plantearon.

**Tabla 5.** El modelo atómico de Dalton proporciona una nueva visión ontológica de los fenómenos químicos, interpretando microscópicamente lo que son sustancias elementales, compuestos, elementos químicos y reacciones químicas

| REFERENTES EMPÍRICOS  | DESCRIPCIÓN Y EXPLICACIÓN  | DIFICULTADES Y PROBLEMAS   |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualquier sistema material ordinario puede catalogarse como:               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Mezcla (de sustancias)</li> <li>– Sustancia</li> </ul> </li> <li>• Las sustancias se pueden descomponer, o no, en el laboratorio. En el primer caso se trata de sustancias compuestas. Las sustancias simples serían las últimas obtenidas en el análisis de los compuestos. Tanto las simples como las compuestas estarían formadas por los elementos químicos concebidos como principios fundamentales.</li> <li>• Una sustancia se puede descomponer en las sustancias simples que la componen (análisis) y, posteriormente, volver a unirse en las mismas proporciones, formando nuevamente la sustancia de partida (síntesis).</li> <li>• En una reacción química, a partir de unas sustancias se producen otras diferentes conservándose la masa total del sistema.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada sustancia está formada por <i>muchísimas partículas iguales</i>, cuya composición y estructura determinan las propiedades características de la misma. En cambio, las propiedades de la mezcla dependen de la proporción en que se encuentre cada una de las sustancias que la forman.</li> <li>• En este modelo microscópico daltoniano cada elemento se define como un tipo de material ideal (sin estructura) formado por muchísimos átomos todos iguales en masa y volumen.</li> <li>• Las partículas más pequeñas que forman cada sustancia pueden estar compuestas, a su vez, por átomos iguales o diferentes. En el primer caso se tratará de una sustancia elemental (simple) formada por átomos de un elemento y, en el segundo, será una sustancia compuesta cuyas partículas estarán formadas por dos o más átomos de diferentes elementos. Esta composición constante de las partículas de los compuestos explica la ley de las proporciones definidas de Proust.</li> <li>• Cuando ocurre una reacción química se produce una interacción entre las partículas de las sustancias reaccionantes, con lo que los átomos que las forman se agrupan de forma diferente, dando lugar a nuevas partículas, que forman las sustancias obtenidas.</li> <li>• La conservación del número de átomos de cada elemento en el proceso químico explica la ley de la conservación de la masa total del sistema.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe el peligro de identificar la definición operacional de sustancia simple (elemental) con el de elemento químico asociado a conjunto de átomos iguales pero sin estructura (modelización).</li> <li>• Un mismo elemento químico puede entrar en la composición de varias sustancias simples. El estatus epistemológico del elemento químico, en este modelo, no es el mismo que el operacional de sustancia simple en el modelo empirista. Una «misma sustancia simple» se presentaba en distintas formas denominadas alotrópicas (que, según el modelo empirista, corresponden a distintas sustancias elementales ya que tienen distintas propiedades), lo que se ha de explicar con la existencia de distintas estructuras moleculares.</li> <li>• En algunos procesos como la formación de aleaciones, vidrios, disoluciones acuosas de sales, etc. o queda clara la diferenciación entre procesos físico y químico.</li> <li>• A finales del siglo xix se constató que no todos los átomos de una misma sustancia elemental tenían la misma masa (isótopos).</li> <li>• Este modelo no puede explicar algunos problemas, como los iones, descubiertos a finales del xix, la existencia de los electrones o la radiactividad. Todo ello apuntaba a que los átomos no eran realmente indivisibles, sino que, a su vez, estaban formados por partículas más pequeñas adjetivadas como «elementales».</li> </ul> |

La investigación educativa ha mostrado la existencia de numerosas dificultades entre los estudiantes que se inician en el aprendizaje de la química tanto desde el punto de vista macroscópico como microscópico (Benarroch, 2000; Harrison & Treagust, 2002; Kabapinar, Leach & Scott, 2004). Por ejemplo, a pesar de que la definición operacional de sustancia es fundamental para la comprensión de otros conceptos derivados, como compuesto o cambio químico, muchos alumnos no llegan a comprender su significado (Stavridou & Solomonidou, 1989), confundiéndolo con otros conceptos más generales como material o producto (Furió & Domínguez, 2001). Una de las causas de esta dificultad deriva de su experiencia cotidiana, según la cual diferencian entre material y no material (Andersson, 1990; Stavy, 1991a y 1991b), considerando material todo

aquello que se puede ver, tocar, tiene masa y, por tanto, peso, quedando así excluidos los gases (Hernández, 1997).

Por otra parte, cuando pasamos al mundo microscópico la idea de átomo es manejada muy superficialmente por los estudiantes, no le conceden importancia y no la utilizan en sus interpretaciones de los fenómenos químicos (Mortimer, 2001; Harrison & Treagust, 2002; Meheut, 2004). En el caso que nos ocupa, el que los alumnos no tengan una representación microscópica adecuada del concepto estructurante de sustancia puede favorecer que consideren un compuesto como una mezcla aleatoria de átomos (Ben-Zvi et al., 1986). Dado que tanto en la mezcla como en el compuesto intervienen, como mínimo, dos componentes, esta dificultad puede comportar problemas para diferenciar las mezclas de los compuestos. Otra dificultad que se puede derivar de la falta de comprensión del concepto de sustancia, es la posibilidad, o no, de diferenciar el cambio físico del químico, ya que la conservación de la sustancia explica los cambios físicos, mientras la transformación y no conservación de las mismas ofrece el fundamento de la explicación macroscópica dada a los cambios químicos (Johnson, 1996). Por el contrario, el alumnado no se basa en criterios científicos, sino en otros más superficiales (Bullejos, 2001) como, por ejemplo, considerar los fenómenos químicos como artificiales (Solomonidou & Stavridou, 1994). En algunas ocasiones, los estudiantes sustancializan la propiedad, confundiéndola con la sustancia misma (Sanmartí, 1989; Sanmartí, Izquierdo & Watson, 1995), mientras en otros casos no entienden que un cambio de propiedades presupone un cambio de sustancias y piensan que, aunque perciban alguna variación, como por ejemplo el color, la sustancia continúa siendo la misma (de Vos & Verdonk, 1985; Driver et al 1994), razón por la cual no pueden inferir si se ha producido un cambio químico o no.

A pesar de todas las dificultades puestas de manifiesto por la investigación en Didáctica de las Ciencias, nuestra hipótesis es que la enseñanza habitual no pone énfasis en que los estudiantes adquieran, en primer lugar, las definiciones operacionales de sustancia, sustancia simple, compuesto y reacción química necesarias para una posterior interpretación microscópica de estos fenómenos. Por el

contrario, se entrará directamente a la enseñanza del mundo microscópico, con ayuda del nivel simbólico, creyendo ingenuamente que estas explicaciones se asociarán fácilmente con los referentes macroscópicos supuestamente ya «conocidos». Es por ello que suponemos que los estudiantes tendrán dificultades de comprensión, tanto en el nivel de representación macroscópica, como en el microscópico (Furió & Dominguez, 2007). En particular existe literatura que muestra las dificultades que tienen los estudiantes en la utilización y comprensión del modelo corpuscular de la materia (Benarroch, 2000; Harrison & Treagust, 2002; Kavapinar, Leach & Scott, 2004). Posiblemente, sus representaciones estarán próximas a una química de sentido común, parecida en algunos rasgos muy generales a las del modelo macroscópico aristotélico-escolástico, aunque sin las connotaciones filosóficas atribuidas a los elementos en un contexto social y cultural tan distinto al actual. No obstante, es de esperar cierta ambigüedad en los modelos mentales que presenten los estudiantes, en particular, cuando manifiesten sus representaciones respecto a las ideas macroscópicas sobre los conceptos de sustancia y de compuesto químico.

Conscientes de la dificultad de los estudiantes para la comprensión del estudio de la Ciencia, se propone enseñar los diferentes conceptos basados en modelos teórico prácticos que se integren en el contexto científico y cotidiano. Según Tamayo 2009, se requiere entonces conocer el estado actual de la enseñanza de conceptos, en este caso de la Composición de la Materia en la educación secundaria y en los primeros años universitarios, con el propósito de elaborar posibles secuencias del aprendizaje de este concepto por parte de los estudiantes.

### **6.3 DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS**

Uno de los objetivos de esta propuesta investigativa es diseñar y aplicar una serie de tres unidades didácticas de orientación constructivista para la enseñanza de la “Composición de la Materia – Mezclas en la vida cotidiana” con el fin de transformar de manera gradual las concepciones de los estudiantes acerca de la Naturaleza de la ciencia, favorecer actitudes hacia la ciencia, mejorando el poder explicativo, el lenguaje



utilizado, las predisposiciones de los estudiantes y las maneras como ellos ponen en práctica los conocimientos que van aprendiendo (Mosquera, 2008). El programa guía de actividades se diseñó inicialmente tomando como base ejemplos de diferentes guías aplicadas por el grupo de investigadores del proyecto Iberoamericano denominado “Enseñanza y aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología (EANCYT), todas con autoría propia de la investigadora del proyecto, a excepción de la unidad No 2, la cual corresponde a la modificación de la UD (701) “Aproximación a las investigaciones”, diseñada por el Dr. Néstor Cardozo y Edna Eliana Morales.

Durante el tiempo que se llevó a cabo esta investigación, se programaron momentos de encuentro académico con los estudiantes en los cuales se proponía la realización de las actividades propuestas en el programa guía. En la medida en que se realizaban las actividades planteadas, se recibían por parte de los estudiantes valiosos aportes y sugerencias para modificar y/o incluir nuevas preguntas o actividades que podrían ayudar en la consecución de los objetivos de la unidad didáctica, lo cual es consecuente con la metodología aplicada IA.

**6.3.1 Unidad Didáctica 1: “Relaciones CTSA”.** Con esta Unidad Didáctica se presenta una reflexión acerca de la utilización y abordaje de las cuestiones sociocientíficas (CS) en un grupo de estudiantes de secundaria. Esta estrategia didáctica genera inquietudes relacionadas con la influencia de la ciencia y la tecnología en la sociedad y en el ambiente (CTSA), promueve compromisos en la formación de actitudes y comportamientos favorables hacia el logro de un desarrollo sostenible, da una introducción al tema “composición de la materia” haciendo referencia a elementos que constituyen y otros que pueden alterar el ecosistema y reflexiona acerca de los diversos problemas ambientales, producto de intereses individuales alejados de la conservación biológica y cultural (Torres, 2010). En ese sentido, la exploración de situaciones reales en las que se puede identificar la importancia de los avances en CTS son un recurso enriquecedor y apropiado en el punto de vista de la enseñanza para la comprensión de esta interdependencia.

La ciencia y la tecnología constituyen hoy un poderoso pilar del desarrollo cultural, social, económico y, en general, en el entorno del mundo moderno. A tal punto llega su influencia que la vida actual se ha visto inundada en todos sus aspectos por una creciente avalancha de productos procedentes tanto de una esfera como de la otra, cuya utilización sistemática se ha impuesto como condición para el desarrollo en esta etapa histórica. Los temas alfabetización científica y tecnológica y ciencia para todas y todos en todo lugar están marcando las finalidades de la educación científica durante los últimos años (Acevedo, Manassero, Vasquez; 2003).

Una de las actividades en relación con las CTSA es la industrial, en este caso la minera, como la mayor parte de las actividades que el hombre realiza para su subsistencia, crea alteraciones en el medio natural, desde las más imperceptibles hasta las representan claros impactos sobre el medio en que se desarrollan. Estas cuestiones, que hace algunos años no se percibían como un factor de riesgo para el futuro de la humanidad, hoy se contemplan con gran preocupación, que no siempre está justificada, pues el hombre viene alterando el medio desde que ha sido capaz de ello, pero ciertamente los abusos cometidos en este campo han hecho que crezca la conciencia de la necesidad de regular estos impactos. De cualquier manera, también debe quedar claro que el hombre necesita los recursos industriales y mineros hoy, y los necesitará en el futuro pero con conocimiento y conciencia de la ciencia y la tecnología para que su uso se haga de una manera adecuada.

**6.3.2. [Unidad Didáctica 2: “Cómo trabajan los científicos”](#).** Los sucesos científicos que ocurren en la actualidad, influyen de manera notable en la vida de la sociedad humana. Estos sucesos van desde el descubrimiento de los neutrinos, pasando por los más diversos casos de clonación animal, la creación y la comercialización de la pastilla Viagra, hasta el monopolio informático que tiene la empresa Microsoft a escala mundial. Todos estos hechos son mas que suficientes para percatarnos de la manera en que la ciencia influyó, y sigue influyendo en nuestra sociedad (Polanco 2010).. A raíz de todos estos hechos, y más, que enumerados formarían una lista interminable, vuelven y hacen necesario el conocer, pero con un énfasis netamente científico. Dentro

de la rama del conocimiento científico, se estudia y se reflexiona sobre la ciencia ya constituida, aproximándose al campo de los conocimientos científicos. El mundo de las ciencias comienza a construir la cultura de nuestro tiempo, porque sumerge el saber positivo, osamenta y motor de nuestro mundo, en el tejido vivo y colectivo de la aventura humana (Serres, 1989).

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.

**6.3.3 Unidad Didáctica 3: “Influencia y aplicación de las CTSA”.** Entendiendo la orientación CTS como una perspectiva actual y valiosa para la educación científica y tecnológica de todos los ciudadanos, los aprendizajes en el aula debe relacionarse necesariamente con la vida cotidiana en los contextos tecnológicos, sociales y culturales del entorno de los alumnos (Acevedo, Vázquez & Manassero, 2003; Martins, 2002). Ese fue el presupuesto de la planificación didáctica para la enseñanza del tema “Procesos de separación de componentes de mezclas” en el ámbito de la física y química de la enseñanza secundaria obligatoria, en el cual los estudiantes lograrán comprender, relacionar y verificar cómo a partir de partículas tan pequeñas como el átomo se forma la materia que compone y estructura el mundo a su alrededor, temas que incluyen ejemplos y experiencias como la obtención y usos del petróleo o qué son los cereales del desayuno, obtención y preparación de licores por medio de la destilación, teniendo en cuenta que los procesos de separación se usan al mismo tiempo en el laboratorio y en el entorno industrial y por tanto socio-cultural-político-tecnológico-económico, entre otros.

Esta idea de educación en ciencia pretende garantizar que los aprendizajes realizados por los alumnos puedan ser útiles y utilizables. De este modo, el estudio de los temas se iniciará partiendo de situaciones problemáticas y cotidianas de los contenidos de las

asignaturas científicas, subrayando las múltiples e indisociables interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. De este modo, los objetivos de enseñanza darán paso a objetivos educativos (Cachapuz, 2001), cuyo propósito es el desarrollo personal y social de todos los ciudadanos; esto es, se pretende desarrollar al mismo tiempo competencias, actitudes y valores.

En las escuelas son los maestros quienes intentan adecuar los temas científicos, para ser presentados a los niños. Este proceso es lo que Chevallard (2001) dio en llamar trasposición didáctica, y consiste en transformar el conocimiento elaborado por los científicos para que pueda ser aprendido por los/as alumnos/as. En este proceso se presenta una complicación de carácter lingüístico ya que la diferencia entre ambos lenguajes evidencia la brecha entre ciencia erudita y la ciencia escolar.

## **7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

### **7.1. FASE 1: RESULTADOS SEGÚN EL INSTRUMENTO COCTS Y DESARROLLO DE LA UNIDAD NO.1 DONDE SE EXPLORARON LAS CONCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES ACERCA DE LAS RELACIONES CTSA Y EL TEMA COMPOSICIÓN DE LA MATERIA – MEZCLAS.**

Entre las principales conclusiones emanadas de los debates del grupo de trabajo sobre Ciencia Tecnología y Sociedad CTS se manifiesta una preocupación especial por la evaluación en esta área de conocimiento, tanto del progreso en aprendizaje de los estudiantes como de la enseñanza practicada por el profesorado (Acevedo, Manacero, & Vasquez, 2001). En este sentido para el proyecto, inicialmente se identificaron y analizaron las concepciones previas de los estudiantes sobre NdC y relaciones CTSA por medio de la aplicación de algunas cuestiones del COCTS relacionadas con las categorías y subcategorías asignadas al proyecto en torno al componente sociológico de la ciencia. Con la aplicación del COCTS y su posterior socialización los estudiantes conocen y dimensionan la implicación social, económica, cultural, industrial, política, religiosa, ética, que tiene la ciencia en el mundo. A partir de este análisis que hace parte de la aplicación de la ud 1 “relaciones CTSA” se realizó una serie de actividades donde los estudiantes realizaron visitas a diferentes empresas agroindustriales de la región, en las que observan procesos productivos y realizan entrevistas a personal operario y administrativo en cuanto al impacto político, económico y ambiental de la empresa y posteriormente socializan en torno a diferentes temas sobre el conjunto de actividades.

En la tabla 6 se observa el análisis realizado luego de aplicar el cuestionario COCTS a los 14 estudiantes, las respuestas se clasificaron de acuerdo con las categorías asignadas por un grupo de jueces expertos (Vasquez, 2001) según fueran catalogadas como Plausibles, adecuadas e ingenuas, y las respuestas se clasificaron en cuatro grupos de acuerdo con los ítems de respuesta planteados en el COCTS para facilitar su análisis e interpretación de la siguiente manera:

GRUPO 1 ESTUDIANTES EN DESACUERDO TOTAL Y ALTO  
 GRUPO 1 ESTUDIANTES EN DESACUERDO MEDIO-BAJO  
 GRUPO 1 ESTUDIANTES EN ACUERDO BAJO Y MEDIO  
 GRUPO 1 ESTUDIANTES EN ACUERDO ALTO Y TOTAL

**Tabla 6.** Análisis e interpretación de algunos aspectos del COCTS de acuerdo con las categorías y subcategorías del proyecto sobre concepciones de NDC, enfocado al componente sociológico de la ciencia.

| ENUNCIADO COCTS                      | ITEMS | DESACUERDO |          | ACUERDO  |          | ANÁLISIS   |
|--------------------------------------|-------|------------|----------|----------|----------|--|
|                                      |       | 1<br>T-A   | 2<br>M-B | 3<br>B-M | 4<br>A-T |  |
| <b>RELACIÓN CIENCIA – TECNOLOGÍA</b> |       |            |          |          |          |  |
| 10311                                | A     | 1          | 1        | 5        | 7        | Esta afirmación presenta la ciencia y la tecnología como factores muy importantes para la investigación y el desarrollo de la industria, a lo cual los estudiantes responden en su mayoría en los ítems B y C que I y D buscan esencialmente hacer la vida mejor y beneficiar la sociedad, lo cual es catalogado como una afirmación ingenua, ya que investigación y desarrollo involucra mucho más que eso. En los ítems G y H opinan que I y D ayudan a la humanidad a encontrar soluciones a problemas de salud humana y crear nuevas tecnologías, aunque a su vez puede involucrar problemas que perjudican la sociedad, cuestión considerada plausible. |
|                                      | B     | 1          | 1        | 8        | 4        |  |
|                                      | C     | ---        | 2        | 8        | 4        |  |
|                                      | D     | ---        | 2        | 9        | 3        |  |
|                                      | E     | 1          | 1        | 7        | 5        |  |
|                                      | F     | 1          | 1        | 6        | 6        |  |
|                                      | G     | 2          | 2        | 8        | 2        |  |
|                                      | H     | 1          | 2        | 9        | 2        |  |
| 10411                                | A     | ---        | 4        | 6        | 4        | En esta cuestión sobre la afirmación de que la ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí, los estudiantes opinan en su mayoría que sí porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica, esto indica que “saben” o conocen algo acerca de estos dos conceptos ya que este ítem está calificado como una opinión adecuada.   |
|                                      | B     | ---        | ---      | 4        | 10       |  |
|                                      | C     | ---        | 2        | 7        | 5        |  |
|                                      | D     | 1          | 2        | 5        | 6        |  |
|                                      | E     | 3          | 3        | 6        | 2        |  |
| 10412                                | A     | 6          | 6        | 2        | ---      | En esta cuestión donde se pregunta ¿La ciencia influyen en la tecnología?, los estudiantes responden de manera mayoritaria, que la ciencia se hace más valiosa cuando se usa en tecnología, lo cual se considera como una respuesta plausible, pero al observar el punto G, notamos que los estudiantes hacen énfasis, en que la tecnología es puramente una aplicación de la ciencia para mejorar la vida, lo cual se vincula con una opinión ingenua.  |
|                                      | B     | ---        | ---      | 6        | 8        |  |
|                                      | C     | ---        | ---      | 5        | 9        |  |
|                                      | D     | ---        | ---      | 10       | 4        |  |
|                                      | E     | ---        | ---      | 7        | 7        |  |
|                                      | F     | 1          | ---      | 11       | 2        |  |
|                                      | G     | 1          | ---      | 10       | 3        |  |

| ENUNCIADO<br>COCTS                 | ITEMS | DESACUERDO |     | ACUERDO |   | ANÁLISIS  |
|------------------------------------|-------|------------|-----|---------|---|---|
| <b>RELACIÓN CIENCIA – SOCIEDAD</b> |       |            |     |         |   |   |
| 20151                              | A     | 1          | 3   | 9       | 1 | Este ítem pregunta sobre la influencia de la política y la afectación que pueden tener en el científico. Hubo un consenso mayoritario de acuerdo en los ítems A y B donde es el gobierno el que aporta los recursos económicos para desarrollar las investigaciones científicas, ítems que según el instrumento de tabulación se encuentran dentro de las concepciones adecuadas.   |
|                                    | B     | 1          | --- | 10      | 3 |   |
|                                    | C     |            | 1   | 5       | 8 |   |
|                                    | D     | 2          | 3   | 6       | 3 |   |
|                                    | E     | 1          | 2   | 5       | 6 |   |
|                                    | F     | 1          | 2   | 5       | 6 |   |
|                                    | G     | 1          | --- | 6       | 7 |   |
|                                    | H     | 1          | 1   | 6       | 6 |   |
|                                    | I     | 4          | 1   | 4       | 5 |   |
|                                    | J     | 5          | 4   | 4       | 1 |   |
| 20411                              | A     | ---        | 1   | 8       | 5 | Con la presente cuestión donde se afirma que los científicos y su investigación están afectados por creencias religiosas, éticas y culturales, vemos que existe una contradicción en las respuestas de los estudiantes, pues con los ítems A y B, considerados opiniones plausibles, afirman que sí se afectan en algunas culturas y más adelante en las respuestas de los ítems F y G afirman que los científicos investigan independientemente de las opiniones culturales o éticas.                      |
|                                    | B     | ---        | --- | 10      | 4 |   |
|                                    | C     | ---        | 2   | 7       | 5 |   |
|                                    | D     | ---        | 3   | 5       | 6 |   |
|                                    | E     | 1          | 3   | 5       | 5 |   |
|                                    | F     | 1          | --- | 8       | 5 |   |
|                                    | G     | ---        | --- | 5       | 9 |   |
| 40821                              | A     | 1          | 6   | 6       | 1 | Respecto a este cuestionamiento; ¿La ciencia influye sobre la sociedad?, se observa que los estudiantes responden de manera afirmativa a los ítems B y C, considerados opiniones ingenuas pues no se cree que la ciencia influya solo en las personas que tienen interés por ella y además no esta completamente disponible ni al alcance de todos, aunque si es verdad, considerado plausible que actualmente la ciencia ha fomentado la perspectiva del mundo moderno haciendo más permeable la sociedad. |
|                                    | B     | 3          | 2   | 8       | 1 |   |
|                                    | C     | ---        | 1   | 5       | 8 |   |
|                                    | D     | ---        | 1   | 7       | 6 |   |
|                                    | E     | ---        | --- | 11      | 3 |   |
|                                    | F     | 2          | 2   | 6       | 4 |   |
|                                    | G     | ---        | --- | 7       | 7 |   |
| 50211                              | A     | ---        | 2   | 6       | 6 | En esta cuestión observamos que los estudiantes están de acuerdo, según los ítems B y C, en que el método científico les ha ayudado a resolver problemas y proporcionado ideas valiosas, lo cual es considerado como una opinión ingenua.   |
|                                    | B     | ---        | --- | 5       | 9 |   |
|                                    | C     | ---        | --- | 6       | 8 |   |
|                                    | D     | 1          | 2   | 7       | 4 |   |
|                                    | E     | 2          | 3   | 3       | 6 |   |
|                                    | F     | 1          | 6   | 3       | 4 |   |
|                                    | G     | 3          | 5   | 3       | 4 |   |
| <b>RELACIÓN CIENCIA – AMBIENTE</b> |       |            |     |         |   |   |
| 40111                              | A     | 2          | 3   | 4       | 5 | Los estudiantes opinan según los ítems D y E que la mayoría de los científicos se preocupan de los efectos de sus experimentos pero no pueden conocer, ni controlar todos sus efectos a largo plazo; consideradas opiniones adecuadas y también están de acuerdo en que aunque pueden estar preocupadas eso no les detiene a hacer descubrimientos para su fama y fortuna; considerada opinión plausible.   |
|                                    | B     | 3          | 2   | 6       | 3 |   |
|                                    | C     | 3          | 2   | 7       | 2 |   |
|                                    | D     | 1          | 2   | 2       | 9 |   |
|                                    | E     | 1          | 2   | 3       | 8 |   |
|                                    | F     | ---        | 5   | 4       | 5 |   |
|                                    | G     | ---        | 5   | 1       | 8 |   |

| ENUNCIADO<br>COCTS     | ITEMS | DESACUERDO |     | ACUERDO |     | ANÁLISIS   |
|------------------------|-------|------------|-----|---------|-----|--|
| 40161                  | A     | 5          | 1   | 7       | 1   | En la presente cuestión donde habla de la contaminación en los países industriales los estudiantes opinan de una manera adecuada; ítems C, D y F, que independientemente donde este localizada la industria pesada los efectos de la contaminación son globales sobre la tierra y que se debe buscar reducirla o en lo posible eliminarla, lo cual indica que son conscientes de los problemas ambientales que se presentan actualmente en el mundo. |
|                        | B     | ---        | 4   | 5       | 5   |  |
|                        | C     | ---        | --- | 5       | 9   |  |
|                        | D     | ---        | --- | 2       | 12  |  |
|                        | E     | ---        | --- | 9       | 5   |  |
|                        | F     | ---        | --- | 5       | 9   |  |
| 40451                  | A     | 3          | 3   | 3       | 5   | Notamos según el análisis de esta afirmación que los estudiantes han aprendido a valorar y cuidar su medio ambiente y que están conscientes de que la ciencia y la tecnología por sí solas no solucionarían todos los problemas de la contaminación y que esto es responsabilidad de todos; según la opinión dada en los ítems D y E considerados plausible y adecuado respectivamente.  |
|                        | B     | 4          | 1   | 5       | 4   |  |
|                        | C     | 3          | 2   | 6       | 3   |  |
|                        | D     | ---        | --- | 5       | 9   |  |
|                        | E     | ---        | --- | 2       | 12  |  |
|                        | F     | ---        | 5   | 3       | 6   |  |
| <b>RELACIONES CTSA</b> |       |            |     |         |     |  |
| 20311                  | A     | ---        | --- | 6       | 8   | Los estudiantes en esta cuestión opinan que es verdad que la mayor parte de la investigación científica y tecnológica se hace para los militares y la industria y sólo una pequeña cantidad para la salud, la agricultura y por el placer de descubrir más sobre la naturaleza, sobre todo en países como el nuestro donde el gasto de la defensa tiene una alta prioridad, opiniones que son consideradas plausibles.                               |
|                        | B     | ---        | --- | 5       | 9   |  |
|                        | C     | 3          | 3   | 2       | 6   |  |
|                        | D     | ---        | --- | 3       | 11  |  |
|                        | E     | 2          | 2   | 5       | 5   |  |
|                        | F     | 4          | 8   | 2       | --- |  |
| 40411                  | A     | ---        | --- | 5       | 9   | Los estudiantes en esta cuestión opinan estar de acuerdo con los ítems A y C, plausible y adecuado, respectivamente donde se expone que la Ciencia y la Tecnología ciertamente pueden ayudar a resolver problemas sociales, de contaminación o guerras, aunque también es cierto que muchos de estos problemas son causados por la misma ciencia y la tecnología.  |
|                        | B     | 2          | 3   | 5       | 4   |  |
|                        | C     | ---        | 2   | 8       | 4   |  |
|                        | D     | 1          | 1   | 5       | 7   |  |
|                        | E     | 3          | 5   | 4       | 2   |  |
|                        | F     | 3          | 3   | 5       | 3   |  |
|                        | G     | 2          | 3   | 7       | 2   |  |
| 40531                  | A     | ---        | 2   | 6       | 6   | En la afirmación “Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país”, los estudiantes opinan según los ítems B y E, plausible y adecuado respectivamente que sí y no porque cuanto más sabemos mejor podemos resolver nuestros problemas y porque más tecnología haría la vida más agradable y más eficiente, pero también causaría más contaminación, desempleo y otros problemas.   |
|                        | B     | ---        | --- | 4       | 10  |  |
|                        | C     | ---        | 1   | 7       | 6   |  |
|                        | D     | 1          | 3   | 3       | 7   |  |
|                        | E     | ---        | --- | 4       | 10  |  |
|                        | F     | ---        | --- | 5       | 9   |  |



El análisis de las ideas de los alumnos sobre las relaciones CTSA, luego de la aplicación del COCTS, se complementó y valoró por medio de una socialización de ideas tomando como parámetro un cuestionario de 6 preguntas donde los estudiantes expresaron de manera crítica sus opiniones acerca de la importancia e implicaciones de la ciencia.

### **1. “Escribe cinco palabras que expresen para ti lo que es la Ciencia”**

Las palabras más mencionadas en relación a la definición de la ciencia fueron: conceptos, procedimientos, observación, investigación y tecnología, las cuales se consideran en gran proporción las explicaciones que da la ciencia con sus métodos de investigación en especial el método científico y sus teorías (más de la mitad de los estudiantes) E1, E3, E4, E7, E8, E10, E11, E12; otras fueron las aplicaciones que su conocimiento puede tener para resolver problemas tanto en el orden personal como en el social: “Desarrollo”, “Procesos”, “Descubrimientos” “vacunas”, E2, E6, E9, E10; otro grupo de estudiantes la relacionan con la biología y el ambiente, “Vida”, “Naturaleza”, “Impacto ambiental” E1, E6, E8. También existe un porcentaje relativamente bajo que no contestan o no saben definir qué es una ciencia E5, E14.

### **2. “Que relación crees que existe entre la ciencia y la tecnología”**

La mayor parte de los estudiantes tienen una visión de la tecnología como simple aplicación de la ciencia (Solomon, 1993; Gil, 1993) sin considerar que en ella también se plantean preguntas o problemas y que utilizan los métodos y procedimientos de la ciencia al resolverlos. Además presentan una imagen de la ciencia y la tecnología predominantemente cuantitativa y formalista, ignorando aspectos cualitativos como las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y el medio social y natural en que están inmersas. Ejemplos de respuesta:

- “Se puede considerar que gracias a la ciencia y sus principios, al ser aplicados, se pueden crear e idear nuevas máquinas o equipos, en pocas palabras: Tecnología, y

así mismo al tener mejores instrumentos tecnológicos se puede avanzar mucho más en la ciencia” E10

- “Ciencia es básicamente lo que los humanos diseñamos como herramientas y máquinas para implementar el control y comprensión del entorno material” E5
- “La ciencia se basa más en Leyes que en experimentos y en cambio la tecnología se basa en la práctica” E7
- “La ciencia y la tecnología están ligadas desde el inicio de todas las cosas, ya que para crear algo hay que imaginarlo y diseñarlo y luego poner las ideas en práctica” E1.

Sólo una estudiante describe la ciencia y la tecnología como temas de mutua importancia y relación entre sí, e incluye temas como los efectos que pueden causar: “La ciencia y la tecnología se complementan y poseen un gran potencial que puede ser utilizado para fines muy diferentes; desde la producción de alimentos, curación de enfermedades, hasta la fabricación de sustancias con contaminantes y armas de destrucción” E4.

### **3. “Te parece importante integrar el tema de las relaciones CTSA al estudio de las ciencias”**

Sólo cuatro de los alumnos E1, E4, E7 y E10 mencionan a la vez ventajas e inconvenientes de la ciencia y la tecnología en la vida de los hombres “Si, porque la ciencia y la tecnología nos ayudan a solucionar muchos problemas, a desarrollar la industria y combatir enfermedades, crear nuevos productos, pero también a causa de la ciencia y la búsqueda de mejor tecnología hay daños en el medio ambiente y actividades y productos no benéficos para la sociedad como la minería y las armas”, E3 y E11 sólo mencionan aspectos negativos “No porque se aprendería y buscaría cada vez más y más los avances tecnológicos, lo cual ocasiona mayor impacto ambiental, guerras y armas nucleares, dependencia de la tecnología” y E2, E5 y E14 sólo aspectos positivos “Si me parece importante porque entenderíamos el

funcionamiento de muchas cosas, maquinarias y aparatos tecnológicos como los celulares”.

Por otra parte algunos alumnos poseen ideas descontextualizadas o incompletas de la ciencia y sus tecnologías asociadas, poco conectadas con la realidad en cuanto a aspectos económicos, industriales, ambientales, aspectos históricos, realizaciones concretas, etc. (Caamaño & Vilches, 2001), que producen una visión deformada de la ciencia y la tecnología como obra individual de genios e inventores, no como una obra que exige organizaciones humanas (Hodson, 1992; Galbraith, 1984), “Si es importante porque podríamos conocer algo acerca de el mundo científico y los descubrimientos que se realizan” E9, E12.

#### **4. Cuales crees que son los factores que influyen en el desarrollo científico y tecnológico?**

En relación a los factores que influyen en el desarrollo científico y tecnológico se consideran los factores económicos E1, E3, E4, E7, E8, E10, E11, E12, las políticas gubernamentales E2 y E12, las demandas sociales E1, E3, E4, E7, E8, E10, la industria E5, E9 y E13, las culturales , las decisiones políticas E1, E3, E4, E7, E8, E10, E13 y E14, los estudios y la preparación E2 y E8. Observamos ideas sueltas, solo palabras sobre factores independientes, sin una relación o aplicación con el entorno social.

#### **5. Cual es tu idea o concepción de lo que es la materia y como está compuesto el mundo material? ¿Que relación crees que tiene este tema con los procesos industriales?**

Esta pregunta se diseñó con la idea de hacer un diagnóstico de lo que piensan los estudiantes acerca de la composición química de todo lo que conforma el universo, los diferentes conceptos que pueden asociar al tema y la interpretación y construcción de ideas que realicen al respecto, para de esta manera determinar inconsistencias, vacios

y adecuados saberes previos que nos ayuden a abordar los temas de cada unidad didáctica de una manera consistente de acuerdo con el proceso de investigación del proyecto. Se debe tener en cuenta que los estudiantes ya han realizado varios estudios sobre conceptos relacionados en años anteriores.

“La materia es todo lo que nos rodea y ocupa un lugar en el espacio, se clasifica en materia orgánica e inorgánica, mezclas y sustancias; la orgánica es como las plantas, los humanos, los animales y la inorgánica es como la sal. La materia hace un papel fundamental a la producción industrial, ya que la producción se realiza a la materia” E1. “Es todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio, es el termino para referirse a los constituyentes de la realidad material, cada cosa material está compuesta por muchos átomos, que se encuentran también en los materiales como sustancias y mezclas que pueden ser por ejemplo los alimentos que consumimos” E8. “La materia es todo aquello que ocupa un sitio en el espacio, se puede tocar, se puede sentir, se puede medir, etc, como varios de los elementos utilizados en el laboratorio y que se utilizan también en el mundo para muchas cosas” E10. “Materia es todo lo que tiene una ubicación espacial, posee energía, ya que se compone de átomos y está sujeta a cambios como por ejemplo los líquidos y los sólidos” E9. “La materia es la que compone todo lo que vemos en la naturaleza y el mundo, pueden ser líquidos, como el agua, las gaseosas, o sólidos como las piedras y la ciencia estudia todos los elementos que la componen”. E4.

Aunque los estudiantes poseen ideas previas que han visto sobre el tema, sobre todo de manera teórica, se nota en su expresión un conjunto de teorías vagas, sueltas y alejadas del contexto. Según ellos no realizaron nunca laboratorios, talleres de consulta e investigación ni visitas prácticas. Todo lo vieron de manera teórica y con algunos videos que no socializaron ni relacionaron, lo cual significó simplemente buenas y malas notas.

**6. “Valora (de 0 a 10) si la enseñanza recibida hasta la actualidad ha despertado tú interés por la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones”**

La mayoría de los estudiantes califican de 4 a 6, y justifican que no ven utilidad personal y social a los contenidos que se les enseña (Ausubel et al. 1976), lo que produce en ellos desinterés a lo largo de los años de escolarización (James y Smith, 1985). Algunos factores nombrados por los estudiantes que pueden contribuir a crear una actitud desfavorable o de desinterés hacia los estudios que realizan son: los profesores y su metodología E1, E3, E4, E7, E8, E10, los materiales de prácticas o la ausencia de las mismas E2, E7, E8, E10, E13 y E14 y los compañeros E5 y E13. Algunas de las opiniones mas mencionadas son:

“Pues yo lo califico con un 4 porque casi no nos enseñan temas interesantes, que nos motiven a estudiar y conocer de una manera completa toda la importancia e influencia que tiene la ciencia para nosotros en el desarrollo de procesos y el avance de la tecnología” E12.

“Califico con un 6 pues creo que la ciencia es todo a nuestro alrededor y realmente no la conocemos, no nos enseñan a ver su importancia y aplicación en las cosas que hacemos y el descubrimiento de tantos inventos que hay en nuestro entorno” E10”.

“Calificaría 6, pues en el colegio básicamente aprendemos de la teoría de la ciencia en general, pero la “ciencia natural”, que nos atrae que consiste en el descubrimiento de nuevas cosas, el comprender los procesos y tecnologías del entorno, eso no lo aprendemos” E1.

**7. Tú crees que puedes ejercer alguna influencia sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología?**

Menos de la mitad de los estudiantes “6”, creen que pueden o podrían tener alguna influencia sobre el desarrollo y evolución de la ciencia y la tecnología “Creo que sí, todos tenemos habilidades, sólo que la pereza nos influye a sólo quedarnos viendo como los demás si desarrollan cosas y nosotros no nos atrevemos a aprovechar los

conocimientos propios” E1, “Si, el problema es que no me intereso por ello, pero en el momento que lo haga, si podría influir en la evolución de la ciencia y la tecnología” E8, algunos otros afirman “solo podríamos hacerlo obteniendo un título y teniendo influencia en la sociedad o mucho dinero” E2, E6, E8, E12 y unos pocos E5, E13 y E14 no saben que responder.

Entendiendo la orientación CTS como una perspectiva actual y valiosa para la educación científica y tecnológica de todos los ciudadanos, como una segunda actividad tomada de la Unidad 1 se realizó con los estudiantes visitas a diferentes industrias de la región con el fin de observar procesos, teniendo en cuenta que los aprendizajes en el aula tienen que relacionarse necesariamente con la vida cotidiana en los contextos tecnológicos, sociales y culturales del entorno de los alumnos.

El tema “Procesos de separación de los constituyentes de las mezclas” se encuadra en una temática más amplia que intenta dar respuesta a la cuestión: “¿Cómo está constituido el mundo material?”. La mayor parte de los materiales que encontramos en la vida cotidiana están constituidos por mezclas de sustancias, que muchas veces tienen que ser sometidas a procesos de separación para obtener sustancias químicas “puras”. A partir de estos conceptos y su importancia se realiza el estudio e investigación sobre el tema “Composición de la materia- Mezclas” en torno a la enseñanza de las ciencias físico-químicas en la media técnica.

La razón para la selección del tema es su aplicación en los contextos social y tecnológico e industrial, que contrasta con la forma casi siempre demasiado académica con que suele tratarse en el aula los temas científicos, como sistematización de técnicas y sus procedimientos. Dicha propuesta sigue una orientación CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) que muchos autores defienden como la perspectiva más adecuada para la educación de ciudadanos científica y tecnológicamente más cultos (Acevedo, Vázquez & Manassero, 2003; Martins, 2002).

El tema elegido permitió la realización de actividades experimentales, visitas al entorno, discusión de conceptos, resolución de problemas que promovieron la comprensión de la naturaleza de la ciencia, interpretación de textos, debates con los compañeros, articulación entre áreas, como la Historia de las innovaciones de las técnicas y de los instrumentos usados en la separación de los constituyentes de las mezclas, la Historia de los científicos según campo de estudio y tiempo, la Lengua con análisis de textos, la Biología con ejemplos de procesos de separación de mezclas de diferentes materiales, como la purificación de la sangre, la cromatografía de gases, la destilación de alcoholes, entre otras.

De acuerdo con la metodología de la unidad didáctica, el estudio de los temas se inició partiendo de situaciones problemáticas y cotidianas de los contenidos, subrayando las múltiples e indisociables interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Para de este modo, de acuerdo con Cachapuz, 2001, los objetivos de enseñanza den paso a objetivos educativos, con el propósito de propender por el desarrollo personal y social de todos los ciudadanos; esto es, se pretende desarrollar al mismo tiempo competencias, actitudes y valores.

Casi siempre los ciudadanos están algo al margen de lo que pasa a su alrededor y conocen poco de los procesos cotidianos relacionados con la calidad de vida personal y social. Conocer los múltiples procesos asociados a esta realidad cercana les permite ser más activos en la sociedad y comprender mejor la relación de la ciencia y la tecnología con sus propias vidas. En otra región o localidad se sugiere empezar por una cuestión distinta, llevando a cabo un proceso de separación diferente, que sea próximo a los alumnos. En general las industrias suelen ser receptivas a las visitas de los alumnos de las escuelas.

En el caso presentado, los alumnos estuvieron muy interesados por hacer las visitas a las diferentes fábricas en las cuales preguntaban sobre temas como: Que tipo de maquinaria emplean?Cuál es el impacto ambiental de la empresa? Qué influencia tiene la empresa en el desarrollo político social y económico de la región? De que

depende el valor comercial del producto? Cuáles son los protocolos de calidad que tiene la empresa?, entre otras. Todos los estudiantes estuvieron muy atentos a los procedimientos de separación presentes en los procesos de cada una de las empresas visitadas; Arrocera la Guaira, Petrolera, y Planta de tratamiento de aguas, muy pendientes de las charlas y explicaciones dadas por los jefes de producción, de calidad y gerentes de planta, con el fin de de construir de manera completa y coherente, todas las preguntas programadas y las dudas que surgían y además identificando cada uno de los tipos de compuestos químicos, elementos utilizados, documentación de control de calidad y métodos de tratamiento ambiental para el manejo de residuos.

Después de la visita y del estudio de los procesos asociados a esta industria concreta, los alumnos empezaron a consultar y analizar, por grupos, otros procesos diferentes de separación de mezclas intentando responder a la pregunta “¿cómo elegir la técnica más adecuada para separar los constituyentes de una mezcla determinada?”. A cada grupo se le propuso una cuestión para resolver y presentar después las respuestas a toda la clase. Tuvieron que investigar las propiedades físicas en las que se basa el proceso, preparar un plan experimental para desarrollarlo, discutirlo con el profesor, ponerlo en práctica, indagar otras situaciones que se basan en la misma propiedad, aplicar el mismo procedimiento y preparar la presentación a toda la clase.

Las cuestiones propuestas relacionadas con los procesos de separación se presentan de manera sistemática en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Situaciones-problemáticas para estudiar procesos de separación de constituyentes de mezclas

| <b>PROCESO DE SEPARACIÓN</b>          | <b>CUESTION PROBLEMÁTICA</b>   | <b>OTRAS SITUACIONES</b>   |
|---------------------------------------|--|--|
| Destilación y destilación fraccionada | ¿Cómo obtener aguardiente a partir del vino y separar completamente el alcohol del agua? | - Separar el agua de los constituyentes de la coca-cola<br>- Obtención de los derivados del petróleo     |
| Cribación                             | ¿Cómo se obtiene la harina purificada?   | - Separación de las arenas en la construcción<br>- Separación de pepitas de oro de las mezclas de arenas |



| <b>PROCESO DE SEPARACIÓN</b>  | <b>CUESTION PROBLEMÁTICA</b>  | <b>OTRAS SITUACIONES</b>  |
|---|---|---|
| Separación magnética  | ¿Tienen hierro las mezclas con cereales que comemos en el desayuno?                           | - Separación de objetos de hierro en la basura y en la industria siderúrgica  |
| Decantación y filtración (Decantación sólido-líquido y decantación líquido-líquido) | ¿Qué procesos se aplican al agua que bebemos hasta llegar a nuestras casas?                   | - Preparación del café<br>- Separación artesanal del vino y del mosto<br>- Papel de los filtros de la nicotina en los cigarrillos<br>- Retención de polvos en los filtros de ambiente<br>- Separación del agua del aceite |
| Disolución fraccionada y extracción de disolvente                                   | ¿Qué hacer cuando en la cocina se mezcla sal con arena y tierra de un vaso de flores?         | - Separación del azúcar de la harina<br>- Separación de arenas del agua y de arenas de la sal<br>- Extracción de la nata de la leche.<br>- Preparación de infusiones de té  |
| Centrifugación  | ¿Cómo se separa el suero del coágulo en los análisis de la sangre?                            | - Análisis del agua<br>- Separación de cenizas en suspensión en el agua   |
| Evaporación y cristalización  | ¿Cómo obtener sal a partir del agua del mar consiguiendo cristales más o menos grandes?       | - Recuperación de sales (sólidos) de soluciones   |
| Cromatografía   | ¿Cómo identificar la falsificación de un cheque a partir de la tinta usada en uno sospechoso? | - Separación de pigmentos de una tinta<br>- Análisis de colorantes para alimentos<br>- Investigaciones criminales   |

Son variadas las actividades consolidadas en el programa guía de actividades (con comentarios para el docente) a lo largo del desarrollo de esta investigación y que apuntan a preguntar al estudiante por el tipo de relaciones alumno-saber específico, que se van consolidando durante la enseñanza de las relaciones CTSA, de la cuantificación de sustancias y de relaciones en mezclas homogéneas y heterogéneas, y muchas veces el estudiante dará evidencia de ellas a través de procedimientos matemáticos y otras veces a través de explicaciones textuales, así como también deberá interactuar con los compañeros de sus grupos para dar explicaciones lógicas y coherentes a diferentes fenómenos (Ver Anexo Unidades Didácticas). Esto nos ubica dentro de la óptica de tener especial cuidado con el tipo de lenguaje que se utiliza

durante estos momentos de intercambio comunicativo para expresar las ideas que dan cuenta de la forma, de qué y del cómo se han aprendido los conceptos, de aquí que se deba motivar la actividad reflexiva de los alumnos y concebir el lenguaje como un instrumento para poner a prueba nuestras ideas, para predecir de alguna manera lo que va a suceder y para interpretar y dar sentido a las diferentes situaciones en las que participan los estudiantes, (Tamayo, 2009).

La unidad didáctica fue muy interesante y significativa para los estudiantes, que manifestaron gran entusiasmo y colaboraron de manera muy positiva y gran participación en todas las actividades propuestas, de modo especial en las experimentales y en las investigaciones para intentar obtener gran cantidad de información para presentar su trabajo a toda la clase. Su principal comentario fue:

- “Si las clases fueran así siempre, sería mucho mejor” E5, E13. Otros comentarios de los alumnos fueron:
- “No sabíamos que las fábricas de nuestra región tenían tanto interés y se relacionaba tanto con la química” E2.
- “Aprendí que la Ciencia y los temas científicos están presentes en todo lo que vivimos, comemos y desarrollamos a diario” E12
- “Comprendí por qué se llama condensador de Liebig al aparato con el que se realiza parte del proceso de destilación; como reconocimiento a un hombre que desarrolló tanto los análisis químicos” E4.
- “Me parece muy interesante que en el laboratorio podemos aplicar los procesos realizados en las grandes industrias” E10.
- “Todos trabajamos de manera participativa y activa para conseguir respuestas a tantas inquietudes” E14.
- “Pensaba que “la composición de la materia, las sustancias, compuestos y tipos de mezclas” eran temas teóricos, alejados de la realidad pero por medio de estas visitas a las diferentes industrias de la región comprendemos la gran aplicación que tienen todos estos conceptos científicos” E11.

- “En las clases de Ciencias siempre deberíamos tener en cuenta la gran importancia de la aplicación de su conocimiento y sobre todo la influencia en los aspectos de desarrollo económico, político, social y cultural del la región y el país” E1, E4.
- “Aprendimos un poco más sobre la importancia de la ciencia y la tecnología, las cuales se complementan para generar cada vez más conocimiento, procesos, productos, maquinaria, etc” E3.
- “Pudimos darnos cuenta de todos los aspectos que se deben controlar en las empresas económicos, políticos, sociales, industriales, legales, ambientales, para poder funcionar, deben también llevar registros y toda la documentación necesaria para controlar la calidad en caso de una revisión por el gobierno” E7.
- “La ciencia es todo, procesos, artefactos, ambiente, desarrollo, naturaleza, vida, y se transforma permanentemente el mundo cambia y evoluciona gracias a todos los descubrimientos científicos y tecnológicos” E1.

Observamos que los estudiantes luego de estudiar la Unidad Didáctica No.1 “Relaciones CTSA”, desarrollan y afianzan un conocimiento crítico sobre varios aspectos relacionados con la NdC, sobre todo en cuanto al tema de las relaciones CTSA, por ejemplo cuando dicen que la Ciencia influye en todos los aspectos económicos, políticos, sociales y ambientales “E7”, además muestran interés por los temas relacionados con la historia y evolución de algunos conceptos vistos sobre “La composición de la materia-Mezclas” “E4”. A partir de la experiencia adquirida en cada empresa al entrevistarme con algunos gerentes y jefes de calidad y producción puedo afirmar que la ciencia influye en la sociedad y que gracias a tantas investigaciones y avances científicos y tecnológicos está en constante cambio y evolución “E1”. En cuanto a la construcción de ideas, exposición y participación se aprecia mayor consistencia y riqueza de contenido, sus opiniones y conceptos son críticos y presentan mayor solidez.

También los dos Docentes que participaron en el desarrollo de algunas actividades manifestaron entre otras las siguientes opiniones:

- “Los alumnos aceptaron los retos. Asumimos un papel de orientadores de las investigaciones para ayudarlos a superar sus dudas y ellos respondieron de manera activa y dinámica. Estudiantes que en general son poco participativos, mostraron gran interés en el desarrollo de todas las actividades”
- “Los estudiantes han conseguido desarrollar competencias generales y específicas de acuerdo con parámetros de la educación en ciencias, dada su cooperación y desempeño en las actividades propuestas al mismo tiempo que manifestaron un buen conocimiento de los contenidos al presentar los resultados ante toda la clase”
- “La experiencia fue muy enriquecedora pues nos motiva a mejorar nuestro desempeño profesional, tomando consciencia de los diferentes aspectos que motivan a los estudiantes”.

En conclusión, se puede afirmar que la ausencia del tratamiento de las relaciones CTSA en la enseñanza produce en los alumnos una imagen deformada de la tecnología y las ciencias, descontextualizada y acrítica, y una actitud indiferente hacia el estudio de las mismas. La aplicación del COCTS y el desarrollo de las actividades propuestas durante la unidad didáctica, sensibilizó a los estudiantes al entendimiento de la Ciencia real, ubicada en los problemas y condiciones del entorno, crítica, accesible, aplicada y muy interesante para ellos, se puede decir que entendieron parte de la NdC y sus componentes epistemológico, histórico y fundamentalmente, en cuanto corresponde a nuestra investigación al componente sociológico y relaciones CTSA.

## 7.2 FASE 2: ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA DURANTE EL ESTUDIO DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS NO2 Y NO3.

Se tomó y adaptó un modelo de cuestionario (Furió & Dominguez, 2007), formado por cinco cuestiones de respuesta abierta (Anexo 1). Las pruebas se realizaron en sesión de clase durante del desarrollo de las unidades didácticas las cuales se han adaptado al plan curricular del curso, se realizaron sin aviso previo y hacia el final del curso

escolar, cuando los alumnos previamente habían estudiado los temas relacionados con el proceso del proyecto “Composición de la materia-Mezclas”

La primera prueba (Anexo 1) consiste en una serie de ítems cuyo objetivo era conocer el pensamiento de los estudiantes respecto de los conceptos macro y microscópico de *sustancia*, *sustancia simple* y *compuesta*, *mezcla* y *reacción química*. En el primero de los ítems se les pide que elaboren un mapa conceptual a partir de un conjunto de términos básicos en el aprendizaje de la química con el objetivo de que expliciten cómo relacionan unos conceptos con otros, cuáles consideran más generales y cuáles están subordinados. En particular, se pretende ver cómo relacionan los conceptos de *materia* y *sustancia* así como los de *mezcla* y *compuesto*. Todos los estudiantes encuestados habían sido previamente entrenados en la realización de mapas conceptuales de ciencias naturales con términos muy familiares.

El análisis se inicia presentando los resultados relativos a las dificultades para diferenciar, en el nivel macroscópico, entre material y sustancia y seguidamente, analizaremos los ítems que nos permitirán apreciar si se presentan dificultades en torno a los conceptos de *mezcla* y *compuesto*. A continuación se pasará a mostrar las dificultades que se aprecian en la diferenciación microscópica entre los conceptos de *sustancia* y *sustancia simple*.

#### **A. Dificultades para diferenciar material de sustancia en el nivel macroscópico**

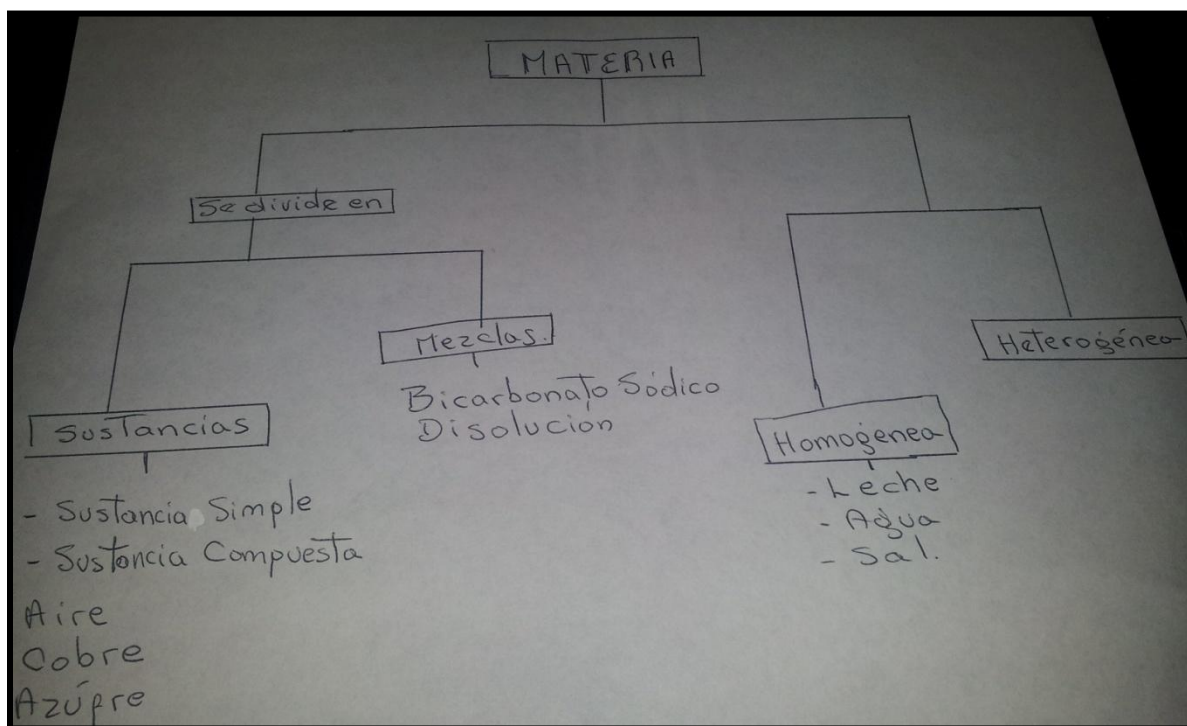
Para determinar si los estudiantes saben diferenciar, macroscópicamente, entre una mezcla (como puede ser la gran mayoría de los materiales o productos cotidianos) y una sustancia, se procedió a realizar dos pruebas. La primera consistió en hacerles construir un mapa conceptual, en el que habían de relacionar entre sí el conjunto de palabras que se les ofrecían (ítem 1 del cuestionario).

El objetivo principal no era ver si realizaban una clasificación correcta de los conceptos desde el punto de vista científico, sino averiguar qué relaciones de subordinación

establecían los estudiantes entre los pares de conceptos básicos *materia-sustancia* y *mezcla-compuesto*.

Ítem 1. Haz un mapa conceptual utilizando las siguientes palabras: heterogénea, azufre, compuesto (o sustancia compuesta), mezcla, sal fuman, aire, agua, sustancia simple, homogénea, materia, sustancia, cobre, leche, disolución, bicarbonato sódico. Utiliza todas las conexiones necesarias, explicando en qué te basas para establecer estas relaciones o conexiones. Para comprender mejor cómo se ha efectuado la valoración de las respuestas dadas por los estudiantes, se presenta, a título de ejemplo, el mapa conceptual elaborado por uno de los estudiantes. (Figura 8).

**Figura 8.** Ejemplo prototípico de mapa conceptual



Podemos observar que los estudiantes que realizaron un mapa conceptual igual o semejante a este E2, E3, E7 y E13 identifican los conceptos de *materia* y *sustancia*, subordinando el término *sustancia* al de *materia*. Consideran además de manera errónea que el concepto de *materia* se clasifica en homogénea y heterogénea, como

una ordenación paralela a la realizada para *sustancias* y *mezclas*. No identifica los ejemplos para sustancia simple, compuesta y mezclas.

La tabla 8 muestra el número de estudiantes en relación al análisis del mapa conceptual encontrados en cada una de las categorías de respuesta presentadas.

**TABLA 8.** Resultados obtenidos en el mapa conceptual sobre las relaciones entre materia-sustancia y mezcla-compuesto

| CATEGORIAS DE RESPUESTA  | NUMERO DE ESTUDIANTES |
|--|-----------------------|
| Clasifican los sistemas materiales en sustancia y mezcla       | 8                     |
| Subordinan sustancia a materia                                 | 4                     |
| Identifican materia con sustancia                              | 2                     |
| Subordinan compuesto a sustancia                               | 5                     |
| Subordinan mezcla a compuesto o identifican mezcla y compuesto | 4                     |
| Otras respuestas   | 3                     |

De la tabla 8 se observa, en primer lugar, que para cuatro de los estudiantes E1, E4, E8, E10, el término *sustancia* se subordina a *materia*, para ellos la materia se divide en sustancias y mezclas, lo cual se considera como una respuesta correcta, dos estudiantes E11 y E14, identifican los conceptos de *materia* y *sustancia* en el mismo nivel del mapa conceptual o escribiendo el término materia igual a *sustancia* y otros cuatro E2, E3, E7 y E13 derivan el mapa conceptual de la palabra materia dividiendo este concepto en sustancia y mezcla, homogéneas y heterogéneas. Generalmente en todos los casos se encuentran mal ubicados los ejemplos relacionados con cada término. Es decir, se puede afirmar que la mayor parte de los estudiantes identifica, materia y sustancia.

De la misma forma, es muy significativo que un poco menos de la mitad E5, E6, E9, E12, explicitan que el término compuesto incluye al de mezcla, lo que significa que la mezcla es una clase de compuesto. Nuestra interpretación es que, el hecho de que los estudiantes no hubieran adquirido la definición operacional de sustancia les impide disponer de un criterio procedimental para reconocer si en un sistema material hay una

o más sustancias. Es por ello que los estudiantes no pueden distinguir entre mezcla y compuesto y, por ejemplo, suelen considerar las disoluciones como compuestos, de la misma forma que sucedió históricamente en la polémica Proust-Berthollet a fines del siglo xviii (Bensaude-Vincent y Stengers, 1998).

Como diseño complementario al anterior se elaboró una segunda prueba consistente en una cuestión escrita (ítem 2), cuyo objetivo era determinar si distinguían entre una sustancia y una mezcla también a nivel macroscópico, para lo que debían indicar, de entre varios sistemas materiales, cuáles estaban formados por una única sustancia.

Ítem 2. Actualmente todos hemos oído hablar de: luz, aire, agua, fuego, granito, onda de radio. Subraya los que crees que están formados por *una única sustancia*. Explica en qué te basas y por qué crees que los otros no lo son.

La cuestión está planteada de manera que los sistemas materiales utilizados recuerdan a los elementos aristotélicos, es decir, el aire, el agua, el fuego, la tierra (granito) y, por último, la luz y la onda de radio, que podrían asimilarse al éter aristotélico. Los resultados obtenidos se ofrecen en la Tabla 9.

En el análisis de las respuestas, hemos considerado correctas todas aquellas en las que se indicaba que la única sustancia era el agua, aunque no dieran ninguna explicación. Entre las respuestas incorrectas encontramos algunas que, recordando las ideas escolásticas, aseguran que no hay nada puro y todo está formado por mezclas.

Mostramos a continuación algunos ejemplos de los tipos de respuestas más generalizadas de las palabras de los estudiantes:

- “Todos son materiales. Materia es todo lo que vemos a nuestro alrededor y que se conforma por varios elementos, es lo que podemos tocar y ocupa un lugar en el espacio” E7, E10.



- “La materia es una combinación de elementos, los elementos son más sencillos, aparecen en la tabla periódica y generalmente no se pueden ver y conforman las sustancias, las cuales, algunas se pueden ver y otras no. Creo que ninguno de estos ejemplos son sustancias” E2, E6, E12.
- “Ninguno de los ejemplos nombrados es una **sustancia** (simple o elemento), porque el aire está formado por N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C y otras sustancias. El agua por H y O, el fuego por C, O, N<sub>2</sub>, etc., el granito por moléculas de C, Fe, O y Ca y la luz y las ondas no lo sé, pero son mezclas de diferentes sustancias (simples o elementos)” E5, E8.

En la primera respuesta unificada, los estudiantes asocian el concepto de materia con el de mezcla es todo aquello que se puede ver o tocar. En el segundo ejemplo, los estudiantes opinan que los elementos que aparecen en la tabla periódica hacen parte de las sustancias (se interpreta que el estudiante quiere decir que no son materiales reales sino abstracciones). Finalmente el tercer ejemplo de respuesta es más complejo y presenta una opinión similar al anterior, ya que expresan que ninguno de los ejemplos presentados son sustancias.

**Tabla 9.** Cantidad de estudiantes que identifican material y sustancia

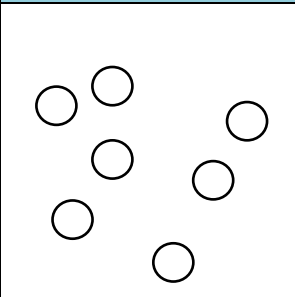
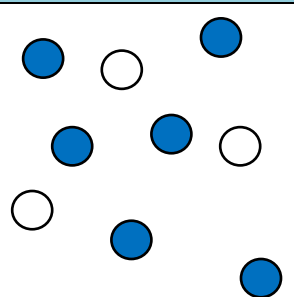
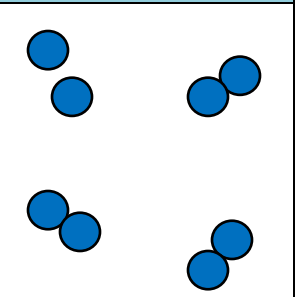
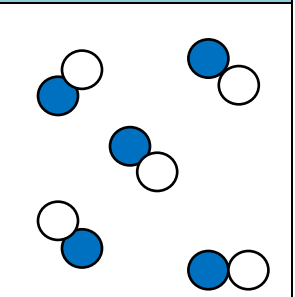
| CATEGORIAS DE RESPUESTA                    | NUMERO DE ESTUDIANTES |
|--|-----------------------|
| Dan una respuesta correcta o casi correcta | 2                     |
| Identifican solo mezclas y materia         | 8                     |
| Otras respuestas                           | 4                     |

En resumen, los resultados encontrados nos permiten suponer que la mayoría de los estudiantes, al no disponer del concepto macroscópico de sustancia opuesto al de mezcla, piensa que «todos los materiales que se nos presentan son mezclas (o sustancias), formadas por otras sustancias puras más simples», que suponemos serán los elementos químicos. Sería, en cierto modo, un modelo mental o una forma de pensar similar al paradigma aristotélico en cuanto a que se simplifica la complejidad de la composición de los materiales existentes al manifestar explícitamente que todos son mezclas.

## B. Dificultades para diferenciar mezcla de compuesto a nivel microscópico

Con el objetivo de ver si en el nivel microscópico los estudiantes distinguen una mezcla de un compuesto, se planteó el ítem 3 del cuestionario (Anexo I), que se muestra a continuación. En la tabla 10 se presentan la cantidad de estudiantes según el análisis de respuestas encontradas.

Ítem 3. Los dibujos siguientes representan gases. Cada bolita simboliza un átomo y las del mismo color son átomos idénticos. Indica cuál o cuáles de ellos pueden ser una mezcla. Justifica tu respuesta.

| A  | B  | C   | D  |
|--|--|---|--|
|  |  |  |  |

El análisis de los resultados expuestos en la tabla 10 muestra que más de la mitad de los estudiantes “11” confunden mezcla y compuesto. En sus explicaciones se observa que no se trata de respuestas al azar, sino que son conscientes de lo que afirman, como se puede apreciar en las siguientes respuestas:

- B y D son mezclas porque están formados por átomos diferentes, aunque se encuentren formando pares.
- B y D porque están formados por átomos blancos y negros, lo que significa que presentan composiciones diferentes, tienen distintas partículas y las uniones entre ellas forman una mezcla.

Los estudiantes opinan en general que la mezcla B y el compuesto D son mezclas que solamente difieren en su composición, es decir, en la proporción del número de átomos

de cada tipo, sin tener en cuenta la estructura de sus partículas. La conclusión que extraemos es que, cuando la muestra está formada por más de un tipo de átomos, independientemente de que se encuentren enlazados o no, la mayoría de estudiantes no diferencia entre mezcla y compuesto. Esta manera de pensar es coherente con la no diferenciación macroscópica entre mezcla y compuesto que se ha obtenido en el apartado anterior. Sólo los estudiantes E1 y E4 respondieron de manera correcta aunque sin dar explicación completa “Solo la B corresponde a mezcla porque contiene partículas blancas y negras y además se presentan de manera desordenada”.

**Tabla 10.** Cantidad de estudiantes que identifican una mezcla con un compuesto a nivel microscópico

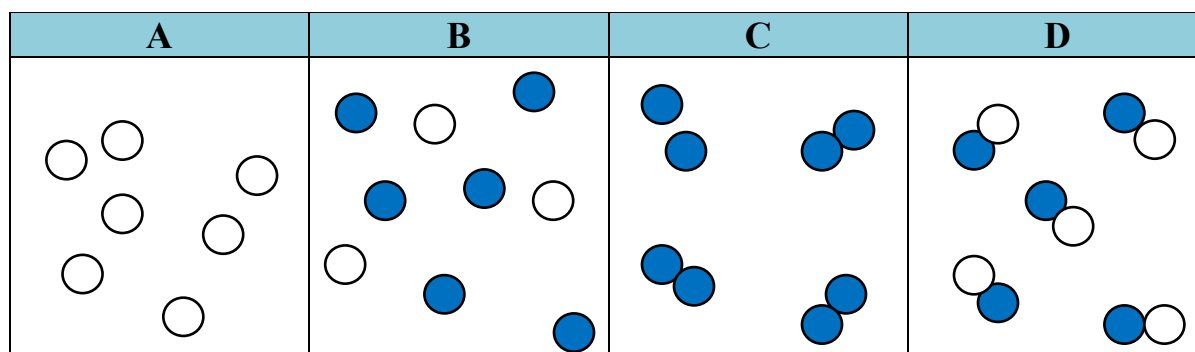
| CATEGORIAS DE RESPUESTA                | NUMERO DE ESTUDIANTES |
|--|-----------------------|
| Respuesta correcta B                   | 2                     |
| Identifican mezcla y compuesto (B y D) | 11                    |
| Otras respuestas                       | 1                     |

### **C. Dificultades en la diferenciación microscópica entre los conceptos de *sustancia* y *sustancia simple***

Con el objetivo de ver las representaciones de los alumnos respecto de lo que es una sustancia desde el punto de vista microscópico se elaboró el ítem 4 del cuestionario (Anexo I). Se supone que, si los alumnos clasifican macroscópicamente los sistemas materiales en sustancias simples o elementos y mezclas o sustancias compuestas, asocien, en el nivel microscópico, la primera clase con la presencia de partículas con átomos iguales y la segunda con partículas con átomos distintos, independientemente de cuáles sean las estructuras de dichas partículas. Es decir, no aplicarán el concepto microscópico de *sustancia* constituida por un conjunto de partículas iguales con la misma composición y estructura, es decir que tienen grupos de átomos iguales (sustancias simples) o distintos (compuestos). En cambio, una mezcla de sustancias tendrá partículas desiguales en composición y/o estructura. Así pues, es de esperar que si un estudiante piensa que son sustancias solamente las sustancias simples constituidas por el mismo tipo de átomos, seleccionarán los casos A y/o C.

Coherentemente no se considerará sustancia la respuesta D, que representa un compuesto. En la tabla 11 se presentan los porcentajes de respuestas correctas e incorrectas desde el punto de vista daltoniano.

Ítem 4. Los dibujos siguientes representan gases. Cada bolita simboliza un átomo y las del mismo color son átomos idénticos. Indica cuál o cuáles de ellos pueden ser una sustancia. Justifica tu respuesta.



Como se puede apreciar en la tabla 11, “12” de los estudiantes consideran que sólo son sustancias las sustancias simples, confirmándolo así en sus explicaciones:

“Son sustancias A y C porque están formadas por átomos de la misma sustancia”

“A y C, porque sólo son sustancias puras las que tienen el mismo tipo de átomos, sin importar que se encuentren en parejas o separados”.

En el primer ejemplo, los estudiantes indican que en A y C hay átomos de la misma sustancia, tal vez dándole el significado de átomos de la misma clase, es decir, reduce el concepto de sustancia al de sustancia simple. Por su parte, el segundo ejemplo incide en la interpretación anterior pero es más explícito al definir como sustancia pura la formada por un conjunto de átomos iguales sin importar que reaccionen (seguramente quiere decir que vayan unidos) entre ellos o vayan separados.

**Tabla 11.** Resultados referentes al concepto microscópico de sustancia

| CATEGORIAS DE RESPUESTA                       | NUMERO DE ESTUDIANTES |
|---|-----------------------|
| Respuesta correcta (A, C Y D)                 | 2                     |
| Asocia sustancia con sustancia simple (A y C) | 12                    |
| Otras respuestas                              | 0                     |

Las respuestas anteriores ponen de manifiesto que, en el nivel de representación microscópica, la mayoría de los estudiantes asocian la palabra sustancia o la expresión sustancia pura con el concepto de sustancia simple formada por átomos iguales.

Llama la atención que, como habíamos visto en el apartado anterior, el término sustancia se utilizaba en el nivel macroscópico por varios de los estudiantes como sinónimo de material o mezcla y, en cambio, en este ítem lo asocian con sustancia simple, en el nivel microscópico. Esta aparente contradicción de los estudiantes puede explicarse al no saber distinguir –y por tanto relacionar adecuadamente– los niveles macro y microscópico de definición del término sustancia química que introdujeron los modelos históricos empirista y atomista, respectivamente.

### **7.3 FASE 3: COMPARACIÓN DE LAS DIFERENTES RESPUESTAS DADAS POR LOS ESTUDIANTES DE ACUERDO AL ANÁLISIS CONCEPTUAL Y HABILIDADES COGNITIVAS, LINGÜÍSTICAS Y META COGNITIVAS.**

En esta última fase se realizó una entrevista ante fenómeno, donde mientras los estudiantes por grupos de tres personas desarrollaban un taller con varias actividades teórico prácticas dirigidas, se les formularon cuatro preguntas que planteaban diversas situaciones y experiencias por medio de las cuales que buscaba consolidar parte del conocimiento, ideas, relaciones entre conceptos y algún indicio en cuanto a la construcción de modelos teóricos que se estructuraron durante el trabajo de investigación. La validación de los análisis realizados se llevó a cabo mediante la triangulación entre los diferentes textos escritos por los estudiantes y a través de la discusión de los análisis preliminares con otros investigadores. Con base en estos análisis y a partir de nuevas lecturas de los datos se precisaron diferentes categorías y se generaron otras nuevas. De igual forma los análisis preliminares se cotejaron con otros resultados de investigación reportados en la literatura científica (Tamayo, 2009).

Con las entrevistas ante fenómeno se pretende triangular las fuentes de obtención de datos y analizar si los resultados obtenidos son convergentes no sólo cuando se pregunta a los estudiantes en el contexto de la composición de materiales sino también en el de las reacciones químicas que pueden sufrir estos materiales, la influencia de los procesos en la sociedad y el enfoque que presenta a las relaciones CTSA. Para el desarrollo de esta parte del trabajo se pide a los estudiantes que realicen por grupos máximo de 3 personas un montaje de destilación para determinar el grado alcohólico de varios licores.

A lo largo de la conversación se insiste en que expliciten al máximo sus respuestas, en particular cada vez que utilizan las palabras sustancia, mezcla, compuesto, elemento, cambio físico o reacción química, con el objetivo de determinar qué entienden por cada uno de estos conceptos y su aplicación teórico-práctica. Además durante el transcurso de este trabajo final se incluyen preguntas relacionadas con el aspecto motivacional de las clases de Ciencias, algunos de los temas llevados a cabo durante la investigación para sensibilizar a los estudiantes de una manera implícita sobre la comprensión de la NdC y su influencia en la educación científica y algunas nuevas concepciones adquiridas en torno al tema de las relaciones CTSA.

**Pregunta 1:** ¿Cómo sugieres que se lleven a cabo las clases sobre Composición de la Materia; que aspectos te gustaría que se tuvieran en cuenta para realizar durante la misma?

Con esta pregunta se busca que los estudiantes reflexionen acerca de las clases que han recibido sobre el tema y además opinen sobre el desarrollo de las actividades llevadas a cabo por medio de las unidades didácticas; Qué actividades consideran importantes para ser incluidas siempre durante las clases, cuales son las metodologías que les han parecido interesantes; para de esta manera determinar cómo se podrían adecuar l las unidades didácticas diseñadas. Algunas de las respuestas más significativas se citan a continuación.

- “Que sea una clase chévere y dinámica donde el profe nos oriente y no sea el único que sabe sino que busque la participación de todos porque el también puede aprender de nosotros y de las nuevas teorías que consultemos”. E1.
- “Me gustan las clases divertidas donde se desarrollen diferentes actividades de aplicación, es decir que nos muestren cómo funcionan las cosas reales del mundo a partir de esas actividades teóricas, como por ejemplo las visitas y actividades prácticas que hemos hecho hasta ahora en estas clases” E7.
- “Que sea una clase didáctica, con talleres, salidas fuera del salón, exposiciones pero no de solo teoría, monótonas sino donde un grupo exponga pero todos aportemos, los alumnos y el profesor “ E4.
- “Se debe hacer frecuentemente socializaciones entre grupos y con el profesor para resolver y aclarar dudas” E10.
- “Me gusta que se tenga más en cuenta el esfuerzo por aprender, el interés en las actividades dinámicas que proponga el profesor y también que se tengan en cuenta nuestras opiniones y no solo sea por una buena nota” E8.
- “Creo que la mejor manera de realizar una clase es donde el profesor presente el tema, nos oriente durante el desarrollo de la clase, realice talleres, en este del tema de la composición de la materia y mezclas prácticas, visitas y laboratorios para así comprender de manera clara los temas de química” E12.
- “Me gusto por ejemplo en esta clase que aprendí mucho sobre el tema de la composición de la materia, el funcionamiento del átomo, que son los elementos, las sustancias, los compuestos, las mezclas y sus diferencias, porque creo que de allí parte la comprensión de la química, lo que conforma todo nuestro entorno” E1.

Por medio de estas respuestas nos damos cuenta que para los estudiantes es importante su participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento científico escolar; participar, proponer, socializar, consultar, actuar, desarrollar entrevistas y estructurarlas de manera coherente, pues paralelamente al tema de química durante el desarrollo de las actividades didácticas se hace énfasis en lo fundamental que es el uso coherente y claro del lenguaje. Además nos dimos cuenta de las opiniones que tenían la mayor parte de los estudiantes ante el desarrollo

de las actividades planeadas con el fin de concretar y corregir detalles en la estructuración de las mismas.

**Pregunta 2.** Cual es ahora tu idea o concepción de lo que es la materia y de cómo está conformado el mundo material? Y Qué relación tiene este tema con los procesos industriales?

Al analizar este grupo de respuestas, en especial para esta pregunta en la que los estudiantes expresan sus ideas y conceptos sobre el tema analizado durante el proceso investigativo se observa una mayor comprensión del tema, ideas más completas, coherentes y que representan relaciones adecuadas entre diferentes modelos teóricos como Materia-Atomo-Procesos Industriales, entre otros.

Algunas de las respuestas que llamaron especialmente la atención son las siguientes:

- “La materia es todo lo que nos rodea y todo lo que nos forma, y se divide en dos grandes familias: Sustancias y mezclas. Las sustancias no se pueden separar y constituyen los 92 elementos de la tabla periódica de los cuales se conforma toda la materia. Las otras son las mezclas que comprenden la combinación de varios de esos elementos y se nombran con la unión o configuración de la cantidad y clase de átomos que tengan, pueden ser homogéneas y heterogéneas y se pueden separar por diferentes métodos físicos y químicos, lo cual podemos observar tanto en el laboratorio como a nivel industrial” E1.
- “La materia es todo los que nos rodea y aquello que ocupa un lugar en el espacio, se define también como todo aquello que tiene masa. Todo, desde un quarts de un átomo hasta lo más grande, todo es materia y la materia se divide en dos partes que son: Mezclas y sustancias. Las mezclas son la unión de sustancias que al unirse no pierden su composición química y según sus componentes son homogéneas y heterogéneas. Las homogéneas son uniones de sustancias que no se pueden distinguir a simple vista y para su división se utiliza por ejemplo la destilación y las heterogéneas son sustancias o sólidos que se dividen por medio de



filtración. Las sustancias puras se dividen en elementos y compuestos o sea los elementos conforman los compuestos”. E12

- “La materia es todo lo que está a nuestro alrededor y ocupa un lugar en el espacio. Desde la partícula más pequeña es materia, esta se clasifica en mezclas y sustancias puras, estas se dividen igualmente, las mezclas en homogéneas y heterogéneas y las sustancias se clasifican en elementos y compuestos. Un ejemplo claro de su división son agua potable como mezcla homogénea y una ensalada como heterogénea. Las propiedades de la materia tales como el color, olor, textura, forma, lugar que ocupa en el espacio y masa permiten diferenciar un objeto de otro. Las mezclas son sustancias que están formadas por dos o más compuestos que se unen físicamente. Estas pueden ser mezclas homogéneas y heterogéneas. Existen varios métodos de separación de mezclas: La decantación que es entre un sólido y un líquido y la filtración que se utilizan en la potabilización del agua, la destilación que consiste en separar mezclas por el punto de ebullición; la centrifugación, la cromatografía, procesos muy importantes que se usan en la industria alimentaria y la industria química”. E10
- “La materia es todo lo que ocupa un lugar en el espacio y estudia las sustancias, los compuestos, los elementos y las mezclas. La mezcla es una combinación que se realiza entre dos o más sustancias, que puede producir un cambio físico o químico en el elemento principal de la mezcla. Las soluciones o mezclas se pueden dividir en heterogéneas y homogéneas. Las heterogéneas son las mezclas que logran un conocimiento a simple vista y no necesitan un estudio para su reconocimiento. Las homogéneas son aquellas mezclas que sus sustancias están compactas y no se diferencian unas de otras” E7
- “La materia es todo lo que existe y ocupa un lugar en el espacio, desde partículas diminutas hasta el aparato más grande del mundo. Todo tiene masa por lo cual es materia, ésta se divide en mezclas y sustancias puras, donde las mezclas son las combinaciones de dos o más sustancias de forma que su composición química no cambia, que se dividen en homogéneas y heterogéneas. Las mezclas homogéneas son aquellas que a simple vista no se pueden definir sus componentes y las heterogéneas son las que sin un análisis se pueden afirmar las sustancias. Las

sustancias tienen componentes especiales de átomos, sin embargo, toda la materia está compuesta por ellos. A las mezclas se les pueden separar sus sustancias por medio de ciertos procesos como vaporización, que es pasar de líquido a gaseoso y separar la mezcla, decantación y muchos procesos más. Mezcla es una combinación de sustancias. Esta se da con un solvente que está en mayor cantidad y un soluto que se encuentra en menor cantidad” E4

- “La materia es la que tiene masa y son todas las cosas que componen el mundo. Está compuesta por diferentes sustancias y compuestos que conforman las mezclas. Las mezclas pueden ser homogéneas en las que no se puede diferenciar los componentes de la mezcla y se separan por medios de separación más avanzados y las heterogéneas en las que sus componentes se diferencian a simple vista. Unas clases de mezclas homogéneas son las soluciones y las suspensiones, se dan en las mezclas heterogéneas ya que de alguna manera el solvente y el soluto se separan momentáneamente” E3

Según las respuestas emitidas por los estudiantes, parece que para la mayoría del grupo es claro qué es la materia, como está compuesta y cuáles son algunas de sus aplicaciones,

**Pregunta 3.** Cómo explicarías el proceso de destilación y cuál es su aplicación a nivel industrial?

- “Es un método o proceso empleado para separar una mezcla líquido-líquido donde se evapora la sustancia con menor punto de ebullición que es el alcohol y parte de agua quedando en el balón de destilación la cantidad restante de agua y demás productos que acompañan el vino. En la industria se utilizan equipos muy grandes de destilación no solo para la obtención de vinos, alcohol y licores sino también para la obtención de agua pura y en las refinerías de petróleos. Este proceso en las industrias genera muchos residuos contaminantes del agua, por este motivo en el caso de los licores, las vinazas se venden para elaborar abonos orgánicos ya que tiene mucho valor nutricional” y así cumplir con los requisitos ambientales legales. E4

- “Es un proceso de separación de mezclas homogéneas como el aguardiente, en la cual no se pueden diferenciar sus componentes pero al realizar este proceso si se pueden dividir. Se realiza ubicando el aguardiente en el balón de destilación, se prende fuego con el mechero y empieza a evaporar el producto entonces sale el gas que pasa luego por el aparato condensador de “Liebig” para convertirse nuevamente en líquido pero lo que obtenemos es ya el producto purificado y con el contenido total de alcohol. Este proceso se utiliza sobre todo para la obtención de vinos y licores y para purificar el agua y es muy importante pues por medio del alcohol y el agua purificada se pueden realizar muchos procesos de control y análisis de calidad en los laboratorios químicos y de la industria farmacéutica” E7
- “La destilación es un método de separación de mezclas por evaporación de sustancias donde se obtiene el producto con el menor punto de ebullición, para el caso de este experimento de destilación del vino, el alcohol. Este proceso se usa a nivel industrial además de la obtención de vinos y licores, para la obtención de agua pura y para el fraccionamiento de productos del petróleo, por lo que es indispensable en el funcionamiento de automóviles, aviones y cualquier tipo de maquinaria de uso industrial y por lo tanto genera tanto impacto sobre todo en cuanto al aspecto económico en la región y el país” E1
- “Es un proceso químico que separa mediante vaporización y luego condensación los componentes líquidos de una mezcla. Las sustancias se separan gracias a las diferencias en los puntos de ebullición de las mismas. En este experimento por ejemplo el punto de ebullición del alcohol del whisky es más bajo que el de el agua y sus demás componentes (líquidos y sólidos), 0,8g/ml y el agua 1.00g/ml por tal motivo obtenemos el valor real del grado alcohólico del producto. Además a nivel industrial se debe realizar siempre el proceso de destilación para poder obtener los diferentes tipos de licores, por ejemplo luego de la fermentación de las Uvas para obtener el Brandy, miel de caña para el ron y cebada para el whisky” E14
- “La destilación es un proceso de separación de mezclas, que se realiza en un aparato llamado destilador el cual tanto a nivel de laboratorio como a nivel industrial consiste en la evaporación y luego condensación de sustancias y que se usa en muchas industrias entre ellas las de vinos y licores, para purificar el agua y en las

refinerías de petróleo. Estas empresas generan un gran impacto en la región en lo económico, político, social, ya proporcionan recursos para la educación y ofrecen empleo en varias funciones y categorías” E10

A partir de este análisis concluimos que la mayoría de los estudiantes conocen muy bien en qué consiste el proceso de destilación, diferencian los conceptos entre materia, sustancia, elemento, compuesto y mezclas y sus aplicaciones. Además son capaces de integrar en la construcción de sus explicaciones diferentes modelos conceptuales que se relacionan con el tema Composición de la materia como “los átomos”, “procesos químicos”, “industria” y “relaciones CTSA”. Algunos pocos estudiantes se limitan a describir bien el proceso de destilación en el laboratorio pero no logran explicar sus aplicaciones teórico prácticas a nivel industrial ni en comparación con otros procesos similares, lo único que explican es que este proceso se realiza en las industrias petroleras, las cuales son muy importantes para el desarrollo económico de la región; E2, E3, E12, esta explicación responde a la realidad vivida por estos estudiantes en el contexto regional del municipio de Piedras, donde se encuentra una de las refinerías de petróleo más importantes del país. Esta última participación nos hace reflexionar acerca de la importancia de hacer énfasis en metodologías que conlleven a un aprendizaje en contexto, con problemas, aplicaciones y soluciones reales; una ciencia escolar cotidiana pero fundamentada en modelos conceptuales científicos

**Pregunta 4.** Como crees que se puede utilizar el conocimiento sobre la composición de la materia-Mezclas en las siguientes situaciones:

a. Determinar la calidad del aire que respiramos. b. Determinar si al agua está contaminada. c. Preparar una torta, mermelada o un postre d. El funcionamiento de una refinería de petróleo.

Con esta pregunta se pretende indagar en los estudiantes por el tipo de asociación que ellos hacen de la Composición de la materia – Mezclas con actividades de la vida

cotidiana. Las siguientes fueron las respuestas más significativas dadas por los estudiantes.

- “Todas las situaciones giran en torno a las cantidades de sustancias que presentan diferentes tipos de mezclas y compuestos; el aire, el agua, torta, mermelada, postre, petróleo; el conocimiento de la composición de la materia incluye además comprender cómo están conformadas todas las cosas que nos rodean, los métodos para controlar y conocer las proporciones de cada producto y de esta manera saber si dentro de ellos puede encontrarse algún tipo de contaminante como en el caso de el agua, si esta bien el proceso de potabilización o no” E7
- “Ahora nos damos cuenta que es muy importante e interesante saber todo acerca del tema de la composición de la materia, los tipos de materia, características, diferencias, tipos de compuestos y mezclas mas utilizados, sus tipos de análisis y métodos de separación pues de esta manera entenderemos muchos de los procesos industriales pero tambien cotidianos que giran a nuestro alrededor como por ejemplo cual es la composición del aire y de esta manera poder determinar cual es la calidad del mismo, las proporciones para poder preparar tantos diferentes tipos de alimentos y el funcionamiento de muchos procesos industriales” E4
- “El estudio de la composición de la materia comprende muchos otros temas relacionados como por ejemplo los tipos de elementos, sustancias y compuestos que hacen parte de cada material y la manera equitativa en que se encuentran, es decir la formula química que los estructura, esto se puede realizar gracias a métodos matemáticos en la química que se llama “estequiometria” y métodos físicos y quimicos para determinar las concentraciones y proporciones de sustancias y elementos que componen la materia”. E10.
- “Durante el estudio de la composición de la materia vimos unos temas como la estequiometria, y métodos físicos y químicos para determinar concentración de sustancias, elementos y compuestos, por medio de los cuales podemos conocer al realizar un análisis en un laboratorio de control de calidad las cantidades y proporciones exactas en las que encontramos por ejemplo el aire, el agua potable,

algunos alimentos y así saber si estamos respirando aire con gases nocivos, bebiendo agua contaminada o consumiendo alimentos alterados” E1

- “Me parece muy interesante haber aprendido y continuar aprendiendo sobre todos estos temas científicos, como la composición de la materia, que se desarrollan en nuestro entorno y por medio de los cuales entendemos todo lo que pasa a nuestro alrededor, la composición del aire que respiramos y sin el cual no podemos vivir, el proceso de potabilización del agua y sus métodos de análisis para determinar si puede estar contaminada, los tipos de procesos y separación de mezclas que se realiza en las empresas y toda la relación e influencia que tienen todos estos aspectos en nuestra sociedad” E12.
- “Por medio de cálculos podemos descifrar que tan bueno es el aire que respiramos y que parte de este puede ser dañino, las proporciones de compuestos con que se preparan los alimentos para que tengan un buen valor nutricional y poder entender diferentes procesos industriales” E11

Todas las respuestas que se han citado textualmente, coinciden en que el estudio del tema Composición de la materia, ayudará a comprender conceptos relacionados con todos los elementos que constituyen nuestro ambiente, procesos industriales y tecnológicos, a cuantificar, a medir proporciones, a determinar masas, cantidades de sustancias necesarias para ser utilizadas, en determinar cuánto se debe tomar, medir o usar en determinado procedimiento. Es un elemento muy interesante de resaltar que los estudiantes asocian en un alto grado la Composición de la materia con la estequiometría, con la cuantificación de sustancias, pues ese es uno de los constructos conceptuales importantes a generar y desarrollar durante este trabajo investigativo. Algunos estudiantes inclusive se refieren a determinación de concentraciones y esto deja al descubierto que ellos ya consideran la cuantificación de sustancias y de las relaciones entre ellas en mezclas, que pueden ser homogéneas (caso del aire) o heterogéneas (caso del alimentos).

**Figura 9.** Estudiantes en práctica sobre “Composición de la materia”



Fuente: Rodríguez, 2012

## 8. CONCLUSIONES

La validación de los análisis realizados se llevó a cabo mediante la triangulación entre los diferentes textos escritos por los estudiantes y a través de la discusión de los análisis preliminares con otros investigadores. Con base en estos análisis y a partir de nuevas lecturas de los datos se precisaron diferentes categorías y se generaron otras nuevas. De igual forma los análisis preliminares se cotejaron con otros resultados de investigación reportados en la literatura científica (Tamayo, 2009).

Durante el proceso los estudiantes E1, E4, E7, E10 y E12 demostraron mayor coherencia y consistencia en sus construcciones y opiniones de respuestas abiertas a los diferentes temas y situaciones de las actividades desarrolladas.

En los estudiantes E11, E13, E14 aunque demostraron interés y participación durante la mayor parte de las actividades sobre todo en las de tipo práctico, se nota una débil transformación de las concepciones, pues se presenta dificultad para utilizar sus ideas de manera consistente frente a los diferentes textos analizados, exponen casi siempre conceptos sueltos y no están en capacidad de relacionar los temas tratados sobre la composición de la materia con otros temas, aunque si responden animados en situaciones cotidianas, aplicadas al contexto y que implican relaciones CTSA de una manera explícita.

Por medio de las respuestas adquiridas a través del proceso investigativo nos damos cuenta que para los estudiantes es importante su participación activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje del conocimiento científico escolar; participar, proponer, socializar, consultar, actuar, desarrollar entrevistas y estructurarlas de manera coherente, pues paralelamente al tema de química durante el desarrollo de las actividades didácticas se hace énfasis en lo fundamental que es el uso coherente y claro del lenguaje.



El uso de lenguaje hipotético en el que se relacionen las nuevas ideas con las antiguas, parece ser importante para la transformación conceptual ya que le permite al estudiante crear nuevos contextos en los cuales las ideas adquieran nuevos significados (Tamayo, 2009), tal es el caso de E1, E4, E10 y E12 cuando tratan de responder a preguntas relacionadas con procesos de separación de mezclas y estequiometría.

Todas las respuestas que se han citado textualmente, coinciden en que el estudio del tema Composición de la materia, ayudará a comprender conceptos relacionados con todos los elementos que constituyen nuestro ambiente, procesos industriales y tecnológicos, a cuantificar, a medir proporciones, a determinar masas, cantidades de sustancias necesarias para ser utilizadas, en determinar cuánto se debe tomar, medir o usar en determinado procedimiento. Es un elemento muy interesante de resaltar que los estudiantes asocian en un alto grado la Composición de la materia con la estequiometría, con la cuantificación de sustancias, pues ese es uno de los constructos conceptuales importantes a generar y desarrollar durante este trabajo investigativo. Algunos estudiantes inclusive se refieren a determinación de concentraciones y esto deja al descubierto que ellos ya consideran la cuantificación de sustancias y de las relaciones entre ellas en mezclas, que pueden ser homogéneas (caso del aire) o heterogéneas (caso del alimentos).

Las respuestas emitidas por los estudiantes durante el desarrollo de la Face 3 proporcionan una valiosa información para la investigación, pues con ellas se puede determinar que no se precisa de métodos extraordinarios para generar en los estudiantes el tipo de asociación real con la ciencia, no obstante, se deben proponer actividades que, partiendo de este diagnóstico, refuercen en los estudiantes este tipo de asociaciones con la ciencia y amplíen el abanico de situaciones en las que se hace evidente el desarrollo de procesos en ambientes cotidianos. En este sentido se hace alusión explícita y pretende ir en concordancia con uno de los objetivos fundamentales de la didáctica de las ciencias el cual consiste en privilegiar el análisis de problemas cercanos al estudiante, centrados en los intereses de los alumnos y no en el campo disciplinar (Tamayo, Alzate, 2002) o tal vez más que en el campo disciplinar.

A partir de este análisis concluimos que la mayoría de los estudiantes conocen muy bien en qué consisten los procesos de separación de mezclas, diferencian los conceptos entre materia, sustancia, elemento, compuesto y mezclas y sus aplicaciones. Además son capaces de integrar en la construcción de sus explicaciones diferentes modelos conceptuales que se relacionan con el tema Composición de la materia como “los átomos”, “procesos químicos”, “industria” y “relaciones CTSA”. Algunos pocos estudiantes se limitan a describir bien el proceso de destilación en el laboratorio pero no logran explicar sus aplicaciones teórico prácticas a nivel industrial ni en comparación con otros procesos similares, lo único que explican es que este proceso se realiza en las industrias petroleras, las cuales son muy importantes para el desarrollo económico de la región.

Conscientes de la dificultad de los estudiantes para la comprensión del estudio de la Ciencia, se propone enseñar los diferentes conceptos basados en modelos teórico prácticos que se integren en el contexto científico y cotidiano. Según Tamayo 2009, se requiere entonces conocer el estado actual de la enseñanza de conceptos, en este caso de la Composición de la Materia en la educación secundaria y en los primeros años universitarios, con el propósito de elaborar posibles secuencias del aprendizaje de este concepto por parte de los estudiantes.

La didáctica de las ciencias como un campo propio de investigación, tiene una problemática específica de interés social (Tamayo, 2009), y en este sentido, esta investigación ha intentado abordar un problema de la realidad que se presenta en la Institución Educativa Técnica Fabio Lozano y Lozano de Piedras y muchas otras instituciones técnicas donde los contenidos se muestran desligados tanto del contexto y el entorno donde se vive como de las demás áreas del saber por lo cual el diagnóstico muestra que no se está favoreciendo el aprendizaje a largo plazo. Con esta investigación se ha querido mostrar que una estrategia de orientación constructivista, en forma de unidad didáctica (Sanmartí, 2005), puede generar aprendizajes significativos a largo plazo que pueden ser construidos a partir de la solución de

problemas con los que el estudiante se ve enfrentado a diario en el medio en el que se desenvuelve (Mosquera, 2008). Esta investigación se desarrolló con el objetivo de enriquecer investigaciones didácticas en la enseñanza de las ciencias naturales, específicamente en la enseñanza de la composición de la materia.

El uso en esta investigación de instrumentos con preguntas abiertas en las cuales se presentan algunas situaciones – problema a los estudiantes y en las que se dio especial importancia al análisis de discurso escrito de los estudiantes, permitió recoger información que posteriormente fue analizada bajo criterios cualitativos (Tamayo, 2009).

## **9.RECOMENDACIONES**

Es muy importante implementar dentro del currículo de todas las instituciones educativas y para el caso del presente proyecto en las instituciones técnicas, un plan completo interdisciplinar de técnicas cognitivo-lingüísticas, pues una de las principales dificultades que se presentaron en el proceso de aplicación de las actividades didácticas era que los estudiantes tienen muy pocos hábitos e interpretación de lectura y no era posible aprovechar al máximo los espacios de socialización del trabajo, además al expresar sus ideas tanto de manera escrita como oral no saben expresar ni transmitir sus ideas de manera adecuada pues presentan fallas en manejo de vocabulario.

Actualmente con los grandes avances científicos y tecnológicos en el mundo se debe tener en cuenta que el desarrollo y aplicación de Unidades Didácticas desde el componente sociológico y enfocado a las relaciones CTSA es un trabajo muy interesante para los estudiantes porque les proporciona información acerca de todos los procesos, artefactos e innovaciones del entorno local y global, esto se debe aprovechar como motivación ya que se puede observar, de acuerdo con los resultados obtenidos, que los estudiantes tienen concepciones sobre la NdC muy ambiguas lo cual hace necesario seguir ampliando el trabajo de Secuencias Didácticas que les permitirá un cambio de visión sobre la Naturaleza de la Ciencia.

Posiblemente las investigaciones que se realicen en este campo se debe implementar en el desarrollo de la Secuencia Didáctica espacios de complementación y orientación teórica sobre cada uno de los componentes de la Naturaleza de la Ciencia, adaptándolas en el currículo del área y, si es posible, en otras áreas para trabajarlas de manera interdisciplinar en la institución con los estudiantes desde primaria y mirar los resultados en el transcurso de unos 2 o 3 años para analizar si hay evolución de las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia hasta la categoría adecuada.

Es importante continuar con el proceso que se lleva a cabo a nivel internacional en pro del objetivo de transformar y/o evolucionar las concepciones sobre Naturaleza de la Ciencia, en respuesta a las exigencias que presentan los avances del mundo globalizado. Estos trabajos proporcionan un valioso aporte en el sentido que se deben socializar, analizar, complementar y dar continuidad y proyección para que se generen propuestas cada vez más informadas y aplicadas a los problemas reales que se vienen presentando en el campo científico tecnológico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J., Manassero, M. & Vázquez, A. (2001). *Controversias y acuerdos sobre la naturaleza de la ciencia: Implicaciones para la enseñanza de la ciencia*. En: *Enseñanza de las ciencias*. Vol 2. Editorial, Barcelona.
- Acevedo, J. (2008). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*.
- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. Fundamentos y líneas de trabajo. *Revista Eureka enseñanza divulgación científica*. 5(2).
- Acevedo, J. (2009). *Enfoques Explícitos Versus Implícitos En La Enseñanza De La Naturaleza De La Ciencia*. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* [en línea], vol. 6. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92013010004>. ISSN
- Acevedo, J. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): Una perspectiva. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. vol.6, Numero 2, pp. 164-189.
- Acevedo, J., Vázquez, Á., 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*, pp. 42-66.
- Aduriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica investigación educación y ciencia*. [online]. esp, pp. 40-49. ISSN 1850-6666.
- Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*, Universidad de Buenos Aires.
- Adúriz-Bravo, A. (2010). La Didáctica de las Ciencias como Disciplina. Ediciones Universidad de Salamanca. *Revista Enseñanza*, 17, pp 61-74.
- Akerson, V., & Donnelly, L. Teaching Nature of Science to K-2 Students: What understandings can they attain? *International Journal Science Education*, 32(1), 97-124. (2010).
- Ascanio, A., Añez, E. & Pérez, M. (2001). Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de docentes en formación del Instituto Pedagógico de Caracas. En: *Enseñanza de las ciencias*. VI Congreso Internacional sobre investigación en la

didáctica de las ciencias. *Retos de la enseñanza en el siglo XX. Tomo 1.* Barcelona.

Ausubel, David P. Novak, Joseph D. Hanesian, Helen. *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo.* 2a ed. México: Editorial Trillas, S.A de C.V., 1986

Bachelard, G. *La formación del Espíritu Científico: contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo.* 19ª ed. México: Siglo XXI editores s.a. 1993.

Briones, G. (2002). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales, ICFES Modulo 3.* Bogotá.

Campanario, J. & Zelaya, V. (2001). *Concepciones de los Profesores nicaragüenses de Física en el nivel de secundaria sobre la ciencia, su enseñanza y su aprendizaje. Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado, Vol 4 N°1.* ISSN 1575-0965.

Cardozo, N. & Morales, E. (2010). "Las concepciones de científico en una colección de textos escolares de ciencias naturales de la educación básica secundaria colombiana", *Revista Perspectivas Educativas, Ibagué, Universidad del Tolima, Vol. 3,* pp. 77 – 96.

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.

Carrascosa, J., Fernández, I. & Gil, D. (2001). *Hacia una imagen no deformada de la actividad científica. Edoxa: series Filosóficas, N°14,* pp. 227-260. UNED. Madrid.

Duschl. R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias: importancia de las teorías y su desarrollo. Narcea S.A. Ediciones.* Madrid.

Erazo Edgar Diego. *Las mediaciones tecnológicas en los procesos de subjetividad juvenil.* 2011.

Erin E. Peters. *Developing Content Knowledge in Students Through Explicit Teaching of the Nature of Science: Influences of Goal Setting and Self-Monitoring* 2009

Furió, C. (1994). "Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias", en: *enseñanza de las ciencias, Barcelona. institut de ciències de l'educaió de la universitat autònoma de Barcelona.*

- Furio-Mas, Carles y Domínguez-Sales, Consuelo. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals i Socials. Universitat de València. Revista Enseñanza de la Ciencia. 2007
- Gallego, R. & Pérez, R. (2002). El problema del cambio en las concepciones de estudiantes de formación avanzada. *Universidad Pedagógica Nacional*, 20(3). Bogotá.
- Gallego, R., Gallego T., A. & Pérez, R. (sf). *Historia de la didáctica de las ciencias: un campo de investigación*. Recuperado de [www.pedagogica.edu.co/storage/tes/articulos/tes12\\_11arti.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/tes/articulos/tes12_11arti.pdf)
- Gallego, A. (2007). Ciencia, historia, epistemología y didáctica de las ciencias: las comunidades de especialistas. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis* n.º 22.
- Gil, D., Fernández, I. & Carrascosa, J. (2001). Hacia una imagen no deformada de la actividad científica. *Endoxa: Series Filosóficas, Numero 14* pp 227-260. UNED, Madrid-España.
- Gil Pérez, Daniel, De Guzmán Ozámiz Miguel. La enseñanza de las Ciencias y la Matemática. 2001
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. & Baptista, P. (2006) Metodología de la Investigación, cuarta edición, *Editorial Mc Graw Hill*. México.
- Izquierdo, M. (2007). Enseñar ciencia, una nueva ciencia. Historia y epistemología de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias Sociales vol 6* pp 125-138.
- Lederman, N (1998). The state of science education: subject matter without context-  
*electronic journal of science education*, Recuperado de <http://wolfweb.unr.edu/homepage/jcannon/ejse/lederman.html>.
- Lederman, N (2007). *La influencia del constructivismo en la naturaleza de la ciencia como un área de la investigación y el salón de clases como un sujeto*. Recuperado de [http://www.ied.edu.hk/apfslt/v8\\_issue2/karakas/karakas3.htm](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v8_issue2/karakas/karakas3.htm)
- Manassero, M. & Vázquez Á. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista Interuniversitaria de Formación del profesorado. Número 37*, pp. 187-208.
- Manassero, M. & Vázquez, Á. (2001). Actitudes de estudiantes y profesorado sobre las características de los científicos. Investigación Didáctica. Enseñanza de las ciencias. *Dialnet.unirioja.es*, pp. 255-268.
- Marín, N. (2003). Conocimientos que interaccionan en la enseñanza de las ciencias.



*Revista Enseñanza de las Ciencias*. España.

- Martín del Pozo, R. & Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, n°40, pp. 63-79.
- Mora, W. & Parga, D. (2008). El conocimiento didáctico del contenido en química: integración de las tramas de contenido histórico–epistemológicas con las tramas de contexto–aprendizaje. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis* N° 24.
- Mosquera Suarez, Carlos J. Conceptos Fundamentales de la Química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado. Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2003.
- Perafán, A., Reyes, L. & Salcedo, L. (1999). Creencias sobre la ciencia, la enseñanza y el aprendizaje de profesores de Química. *Revista Enseñanza de las ciencias*. Vol 1. Barcelona.
- Porlán, R., Rivero, A. & Martín Del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y Epistemología de los profesores, II: Estudios empíricos y conclusiones. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Vol 16 pp. 271-288.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Revista Enseñanza de las ciencias*, Vol 16.
- Rengifo, L. & Zambrano, A. (2009). La epistemología de Toulmin como referente para la selección de contenidos en la enseñanza de la biología. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis* No. 26.
- Romero, F. (1998). “una pequeña reflexión sobre los problemas de investigación de la didáctica de las ciencias”. *Revista enseñanza de las ciencias*. Universidad autónoma de Barcelona.
- Sanmartí Neus. La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En: Digna Couso, Edelmira Badillo, Gerardo Andrés Perafán E, Adúriz-Bravo Agustín. 2005. Unidades Didácticas en Ciencias y Matemáticas. Bogotá. Cooperativa editorial Magisterio. p.13-58.
- Tamayo Alzate, Oscar Eugenio. Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. 2009
- Tamayo, Ó. & Orrego, M. (2005). Aportes de la naturaleza de la ciencia y del contenido pedagógico del conocimiento para el campo conceptual de la educación en

ciencias”, *Revista educación y pedagogía*, vol XVII N°43. Universidad de Antioquia. Medellín.

Vallejo, C. (2010). Planteamientos en textos escolares de ciencias naturales relacionados con evolución por selección natural, que pueden generar obstáculos epistemológicos. *Biografía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza Vol 3 No 4* ISSN 2027-103.

Vázquez, Á., Manassero, M., Acevedo, J. & Acevedo, P. (2006). El modelo de respuesta múltiple (MRM) aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS). *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I*.

Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Revista Enseñanza de las ciencias*.

Yacoubian , H., & BouJaoude, S. The effect of Reflective Discussions Following Inquiry -Based Laboratoru Activities on Students´Views of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 1-24. (2010).

# **ANEXOS**



**COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)**

Competencias generales: Argumentación, proposición e interpretación.

- Identifica, ordena e interpreta las ideas, datos y conceptos explícitos e implícitos en un texto, considerando el contexto en el que se generó y en el que se recibe.
- Argumenta la Ciencia como un proceso colaborativo e interdisciplinario de construcción social del conocimiento
- Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- Argumento y debato dilemas de la vida en los que los valores de distintas culturas o grupos sociales entran en conflicto; reconozco los mejores argumentos, así no coincidan con los míos. (Competencias cognitivas y comunicativas).

**OBJETIVOS**

Reconocer la interdependencia entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en situaciones concretas.  
Comprender la influencia de la Ciencia y la Tecnología en la vida cotidiana.

**REQUISITOS**

Conocer conceptos sobre ciencia, tecnología, sociedad, ambiente mediante el la aplicación de 20 preguntas del COCTS. Aplicar conocimientos sobre ciencias naturales y ambiente de la básica secundaria. Comprensión lectora, redacción de escritos y socialización de ideas.

| Tiempo          | ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)  | Metodología/<br>organización   | Materiales/<br>Recursos                     |
|-----------------|---|--|---|
| 60'             | <p><b>ENGANCHAR</b> Introducción-motivación</p> <p>Presentación de dos videos que evidencian las relaciones de la ciencia y la tecnología en el mundo y la sociedad científica. El primero "Ciencia mística, la ciencia de la vida, teorías y científicos que proponen nuevas miradas sobre la ciencia y la vida"; con el fin de desarrollar una cierta comprensión de la naturaleza de la ciencia, sus métodos y sus complejas interacciones con la sociedad...» (Hodson, 1992; Solbes, Vilches y Gil, 2001). Y el segundo Una entrevista en la cual, la licenciada Sonia Fernández Vidal nos da una explicación "sencilla " de lo que es la física cuántica, y de como la comprensión de la misma y aplicaciones, ayudan al entendimiento y evolución de la humanidad.</p> <p>Los estudiantes elaboran un ensayo o escrito sobre las reflexiones a partir de observar y analizar los videos y la socialización de ideas mediante la mesa redonda.</p> <p><a href="http://www.youtube.com/watch?v=R2kPFzdr0Y&amp;feature=player_embedded">http://www.youtube.com/watch?v=R2kPFzdr0Y&amp;feature=player_embedded</a> Video 1<br/> <a href="http://www.youtube.com/watch?v=f0uBs4wJpFU&amp;feature=related">http://www.youtube.com/watch?v=f0uBs4wJpFU&amp;feature=related</a> Video 2</p> | <p>Diálogo A qué se refiere?<br/>Qué podría ser la ciencia, que implicaciones y alcances tiene?</p> <p>Mesa redonda y reflexión individual</p> | Sala de video                               |
| 60'<br><br>120' | <p><b>ELICITAR</b> Conocimientos previos</p> <p>Cuestionar a los estudiantes sobre las pruebas relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y el ambiente, y su influencia en la sociedad por medio de un cuestionario de 10 preguntas utilizado para determinar y comprender de una manera más completa las concepciones de los estudiantes.</p> <p>El docente registra, analiza e interpreta las opiniones de los estudiantes.</p>  | <p>Análisis de la información obtenida.</p> <p>Diálogo</p>   | <p>Cuestionario</p> <p>Bus del colegio.</p> |

|     |  |  |   |
|-----|--|--|---|
|     | <p>Usar situaciones de la vida cotidiana como el desarrollo de diferentes procesos industriales entre ellos el tratamiento de agua potable, y el procesamiento del arroz, referidas al visitar estas empresas para evidenciar las ideas previas de los estudiantes sobre el tipo de interdependencia que existe entre Ciencia, Tecnología, sociedad y ambiente.</p> <p>Los estudiantes diseñan un cuestionario dirigido a obtener información por parte de los gerentes, jefes de producción y operarios de las empresas respecto a su desarrollo productivo, enfocado a las CTSA; Tipos de tecnología utilizada, desarrollo sostenible y económico, impacto ambiental, manejo de desechos, etc.</p> | <p>Visita Práctica a empresas de la región.</p> <p>Discusión de resultados y debate entre equipos formados por 3 estudiantes</p> |   |
|     | <b>Actividades de Desarrollo</b>   |  |   |
| 60' | <p><b>EXPLICAR Contenidos</b><br/>Lectura de dos Documentos I y II sobre el impacto ambiental de la mina la colosa.<br/>Motivación a través de la exploración de situaciones de la vida cotidiana donde se presenta una evidente interdependencia entre ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.</p>  | Individual   | Documento I*<br>Documento II*<br>(Ver plataforma Webly "Didactica de las ciencias") |
| 45' | <p><b>EXPLICAR Procedimientos</b><br/>Presentación de las cuestiones sobre CTS que servirán de orientación al debate con respecto a los documentos y otras situaciones que se puedan relacionar.<br/>Confrontación de ideas en grupos de 3 alumnos.<br/>Preparación del debate.<br/>Debate de argumentos entre grupos.</p>   | Debate<br>Grupos Organizados para el debate  |   |
| 45' | <p><b>EXPLICAR Actitudes</b><br/>Participación en grupo e individual de la discusión.</p> <p><b>EXPLORAR Consolidación</b><br/>Sistematización de ideas acerca de la interdependencia de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, en el debate resultante.<br/>Conclusión: La Ciencia, la Tecnología y la sociedad se influyen mutuamente.</p>  | Debate motivacional  |   |
|     | <b>Evaluar</b>   |  |   |
| 30' | <p>Instrumentos (seleccionar cuestiones del COCTS para evaluar)</p> <p><b>Criterios/indicadores</b><br/>Definiciones sobre, ciencia, tecnología, sociedad, ambiente y su Interdependencia.</p> <p><b>EXTENDER Actividades de refuerzo</b><br/>Fotos de diferentes industrias respecto a procesos y manejo de residuos sólidos y líquidos para analizar y debatir. /</p> <p><b>EXTENDER Actividades de recuperación</b><br/>/</p> <p><b>EXTENDER Actividades de ampliación</b></p>  | Pré e pós teste  | COCTS   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
| <b>EVALUACIÓN/REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA DOCENTE (obstáculos, facilitadores, incidencias, etc.)</b> |  |  |  |

El profesor registra sus observaciones sobre la conducta de la UD, analiza los resultados de evaluación y reflexión sobre el impacto ambiental en las situaciones presentadas y sobre el cambio de ideas de los estudiantes acerca de la interdependencia de la Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente.

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 B. Unidad Didáctica 2: “Cómo trabajan los científicos”

### PLAN DE UNIDAD DIDÁCTICA / SECUENCIA DE APRENDIZAJE

|  |                    |                                    |
|--|--------------------|------------------------------------|
| <b>TÍTULO ¿CÓMO SE VALIDAN LAS EXPLICACIONES CIENTÍFICAS? EL CASO DE “El fascinante mundo atómico”</b>   | <b>Nº SESIONES</b> | 4                                  |
| <b>JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL (resumen)</b>   | <b>NIVEL/ETAPA</b> | Media técnica                      |
| <p>Los sucesos científicos que ocurren en la actualidad, influyen de manera notable en la vida de la sociedad humana. Estos sucesos van desde el descubrimiento de los neutrinos, pasando por los más diversos casos de clonación animal, la creación y la comercialización de la pastilla Viagra, hasta el monopolio informático que tiene la empresa Microsoft a escala mundial. Todos estos hechos son más que suficientes para percatarnos de la manera en que la ciencia influyó, y sigue influyendo en nuestra sociedad (Polanco 2010).. A raíz de todos estos hechos, y más, que enumerados formarían una lista interminable, vuelven y hacen necesario el conocer, pero con un énfasis netamente científico. Dentro de la rama del conocimiento científico, se estudia y se reflexiona sobre la ciencia ya constituida, aproximándose al campo de los conocimientos científicos. El mundo de las ciencias comienza a construir la cultura de nuestro tiempo, porque sumerge el saber positivo, osamenta y motor de nuestro mundo, en el tejido vivo y colectivo de la aventura humana (Serres, 1989).</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> | <b>CURSO</b>       | 11°                                |
| <b>RELACIÓN CON EL CURRÍCULO</b>   | <b>ÁREA</b>        | Química                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doy cuenta de la relación entre la tecnología y sus manifestaciones sociales y culturales.</li> <li>• Reconozco las implicaciones éticas, sociales y ambientales de las manifestaciones tecnológicas del mundo en que vivo y actúo responsablemente.</li> <li>• Describo cómo los procesos de innovación, investigación, desarrollo y experimentación guiados por objetivos, producen avances tecnológicos.</li> <li>• Identifico y analizo ejemplos exitosos y no exitosos de transferencia tecnológica en la solución de problemas y necesidades</li> </ul>   | <b>BLOQUE</b>      | Composición química de la materia. |
| <p><b>COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)</b></p> <p>Competencia científica; competencia lingüística; competencia social y ciudadana;</p> <p>*Interpreta y produce textos argumentativos que evidencian mi conocimiento de la lengua y el control sobre el uso que hago de ella en contextos comunicativos orales y escritos.</p> <p>* Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.</p> <p>*Comprendo la importancia de la defensa del medio ambiente, tanto en el nivel local como global, y participo en iniciativas a su favor.</p>  |                    |                                    |
| <p><b>OBJETIVOS</b></p> <p>Considerar la influencia de los factores personales de los científicos (competencia, razonamientos, creatividad, etc.) en el conocimiento que producen.</p> <p>Valorar la forma como se genera el conocimiento científico a partir del trabajo de los científicos.</p> <p>Evaluar la importancia de los desacuerdos entre los científicos (controversias) como fuente de mejora del conocimiento científico.</p>  |                    |                                    |



| REQUISITOS  |  |  |                     |                    |
|---|--|--|---------------------|--------------------|
| <p>Conocer conceptos sobre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Aplicar conocimientos sobre ciencias naturales de la básica secundaria. Comprensión lectora, redacción de escritos y socialización de ideas.</p> |  |  |                     |                    |
| Tiempo  | ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)   | Metodología/organización                   | Materiales/Recursos |                    |
| 15'   | <p>ENGANCHAR Introducción-motivación</p> <p>/ Observamos el Video “Método científico y pensamiento crítico” a partir del cual se plantea una discusión y/o socialización en torno a 5 preguntas y actividades generadoras: 1. Quiénes son los científicos?, 2. Cómo trabajan los científicos?, 3. Porque se crean tantos inventos, artefactos y máquinas? 4. Cúales son las aplicaciones de la ciencia? Finalmente los estudiantes citan algunos ejemplos sobre el tema (sondeo de ideas previas...)</p>   | Expositiva                                 | Libre               |                    |
| 15'   | <p>ELICITAR Conocimientos previos</p> <p>/ Hacer un “collage” que represente la manera como usted considera que es un científico y sobre la forma sobre cómo desarrollan su trabajo.</p>   | Expositiva, socialización.                 | Libre               |                    |
| <b>Actividades de Desarrollo</b>  |  |  |                     |                    |
| 30'   | <p>EXPLICAR Contenidos</p> <p><b>Docente:</b> Explicación sobre el Trabajo científico, comunidades científicas, asociaciones científicas.</p>  | Explicación por medio de estudio de casos. |                     |                    |
| 45'   | <p>EXPLICAR Procedimientos</p> <p><b>Actividad 1: Creando Historias de Ciencia Ficción</b></p> <p><b>Estudiantes:</b> Cada estudiante escribe una historia de ficción sobre el trabajo de un grupo de científicos relacionado con un tema polémico (por ej aplicaciones de la genética, el descubrimiento de los elementos químicos, etc.) explicitando asuntos de la ciencia y/o tecnología). Tienen que describir cómo los científicos se comportan frente a una situación determinada.</p>  |  |                     | Trabajo individual |
| 45'   | <p><b>Actividad 2. Creando Historia de la Ciencia Ficción. Grupal.</b></p> <p>Por grupos los estudiantes eligen la historia que cumple las siguientes características para el proceso de socialización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de los científicos.</li> <li>• La actividad de los científicos (Los objetivos, lugares donde se desarrollan, metodologías y herramientas de investigación).</li> <li>• Relaciones entre los científicos.</li> <li>• El impacto de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad.</li> <li>• El papel de la sociedad en la investigación científico-tecnológica.</li> <li>• Placer de los científicos en el trabajo que realizan- qué cosas los motiva y como median éstos en sus investigaciones.</li> </ul> <p>Socialización de las historias</p> |  |                     | Grupal             |

|     |   |  |   |
|-----|---|--|---|
| 45' | <p><b>Actividad 3. Los intereses de los científicos vs su trabajo científico.</b></p> <p>Se observará el desarrollo y avance científico en torno al tema de la evolución del átomo y los descubrimientos en la actualidad para ello se realizarán lecturas y observaran videos sobre el tema por grupos de 3 estudiantes, acerca de los científicos famosos que han estudiado y estudian el mundo atomico y la física cuántica en la actualidad, cada estudiante aportará opiniones, ideas, inquietudes, etc. Pg web sugeridas: 1. <a href="http://listas.20minutos.es/lista/los-cientificos-mas-destacados-de-la-historia-258075/">http://listas.20minutos.es/lista/los-cientificos-mas-destacados-de-la-historia-258075/</a>. 2. <a href="http://www.tendencias21.net/Descubren-un-nuevo-estado-de-la-materia-denominado-supersolido_a266.html">http://www.tendencias21.net/Descubren-un-nuevo-estado-de-la-materia-denominado-supersolido_a266.html</a></p> <p>3. <a href="http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000708/070862so.pdf">http://unesdoc.unesco.org/images/0007/000708/070862so.pdf</a></p>  | Individual y grupal.                                   | Sala de video   |
| 30' | <p><b>Actividad 4. Un poco de historia. ¿cómo trabajaban los científicos en el siglo XIX?</b></p> <p>Se realizará la lectura “La Mirada del Lince” con el objetivo que los estudiantes caractericen la forma como trabajaban los científicos de este grupo. Es importante que reconozcan el trabajo colectivo. La naturaleza del trabajo que desarrollaron los antiguos científicos, con miras a defender sus teorías y ponerlas a pruebas. Igualmente, es importante que se rescate el papel de la experimentación y se determine cómo los consensos en las ciencias son necesarios para su desarrollo.</p>  | Toda La clase. Socialización de la reflexión acordada. | Hurtado de Mendoza, D. (2005). La mirada del Lince. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. República de Argentina. Lectura 1. |
| 30' | <p><b>Actividad 5. Academias y asociaciones de científicos en la historia.</b></p> <p><b>Profesor/estudiantes:</b> El profesor propone investigar acerca de las siguientes comunidades que sobresalen en el mundo de la investigación científica:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Colciencias</li> <li>2. CERN La organización europea de investigación nuclear</li> <li>3. La Royal Societe de Londres.</li> <li>4. Academias de la Ciencia en el Mundo</li> <li>5. IFS International Foundation of Science</li> </ol> <p>Sobre esta consulta es importante que los estudiantes identifiquen los miembros, sus características, disciplina en la que trabajan, procesos grupales que desarrollan, importancia de los eventos, reuniones para la academia y para la ciencia, relaciones e influencia en las CTSA.</p> <p>Se propone para el profesor el siguiente texto como documentación histórica de las comunidades científicas y algunos links Web sobre las comunidades que trabajan por la ciencia en la actualidad.</p> <p><u>Hurtado de Mendoza, D.; Drewes, A., <i>Tradiciones y rupturas. La historia de la ciencia en la enseñanza</i>, Baudino/UNSAM, 2003, capítulo 3.</u></p> <p><a href="http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias">http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias</a></p> <p><a href="http://www.ifs.se/about-ifs/">http://www.ifs.se/about-ifs/</a></p> <p><a href="http://www.ancefn.org.ar/academia/inicial.html">http://www.ancefn.org.ar/academia/inicial.html</a></p> <p>EXPLICAR Actitudes</p> | Trabajo Grupal   |   |



## ANEXO C. Unidad Didáctica 3: “Influencia y aplicación de las CTSA”

### PLAN DE UNIDAD DIDÁCTICA / SECUENCIA DE APRENDIZAJE

| TÍTULO <i>La Ciencia en la vida cotidiana -“Mezclas”</i>   | N° SESIONES             | 4 (12 H)                  |
|--|-------------------------|---------------------------|
| JUSTIFICACIÓN / DESCRIPCIÓN GENERAL (resumen)  | NIVEL<br>ETAPA<br>CURSO | Grado 11                  |
| <p>Entendiendo la orientación CTS como una perspectiva actual y valiosa para la educación científica y tecnológica de todos los ciudadanos, los aprendizajes en el aula debe relacionarse necesariamente con la vida cotidiana en los contextos tecnológicos, sociales y culturales del entorno de los alumnos (Acevedo, Vázquez y Manassero, 2003; Martins, 2002). Ese fue el presupuesto de la planificación didáctica para la enseñanza del tema “Procesos de separación de componentes de mezclas” en el ámbito de la física y química de la enseñanza secundaria obligatoria, en el cual los estudiantes lograrán comprender, relacionar y verificar cómo a partir de partículas tan pequeñas como el átomo se forma la materia que compone y estructura el mundo a su alrededor, temas que incluyen ejemplos y experiencias como la obtención y usos del petróleo o qué son los cereales del desayuno, obtención y preparación de licores por medio de la destilación, teniendo en cuenta que los procesos de separación se usan al mismo tiempo en el laboratorio y en el entorno industrial y por tanto socio-cultural-político-tecnológico-económico, entre otros.</p> <p>Esta idea de educación en ciencia pretende garantizar que los aprendizajes realizados por los alumnos puedan ser útiles y utilizables. De este modo, el estudio de los temas se iniciará partiendo de situaciones problemáticas y cotidianas de los contenidos de las asignaturas científicas, subrayando las múltiples e indisolubles interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. De este modo, los objetivos de enseñanza darán paso a objetivos educativos (Cachapuz, 2001), cuyo propósito es el desarrollo personal y social de todos los ciudadanos; esto es, se pretende desarrollar al mismo tiempo competencias, actitudes y valores.</p> <p>En las escuelas son los maestros quienes intentan adecuar los temas científicos, para ser presentados a los niños. Este proceso es lo que Chevallard (2001) dio en llamar trasposición didáctica, y consiste en transformar el conocimiento elaborado por los científicos para que pueda ser aprendido por los/as alumnos/as. En este proceso se presenta una complicación de carácter lingüístico ya que la diferencia entre ambos lenguajes evidencia la brecha entre ciencia erudita y la ciencia escolar.</p> |                         |                           |
| RELACIÓN CON EL CURRÍCULO  | ÁREA                    | Química                   |
| La política educativa, el currículo en general y la escuela como institución, no deben ser ajenas a la problemática social que generan la ciencia y la tecnología y su influencia en la cultura y en la sociedad. Por tal razón, la escuela debe tomar como insumo las relaciones que se dan entre ciencia, tecnología, sociedad, cultura y medio ambiente, con el fin de reflexionar no sólo sobre sus avances y uso, sino también sobre la formación y desarrollo de mentes creativas y sensibles a los problemas, lo cual incide en la calidad de vida del hombre y en el equilibrio natural del medio ambiente. (Lineamientos MEN, 1998).  | BLO-QUE                 | Composición de la materia |
| COMPETENCIA(S) BÁSICA(S)   |                         |                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer condiciones. –Aplica conocimientos en la solución de problemas. –Explica fenómenos estableciendo relaciones con el entorno.</li> <li>• Planea y argumenta hipótesis. –Plantea, ejecuta el montaje y realiza experiencias. –Predice resultados a</li> </ul>   |                         |                           |

partir de análisis de datos.

- Valora el trabajo en ciencias. –Reflexiona y argumenta sobre las consecuencias positivas o negativas de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad-ambiente. –Respeto las ideas de los demás.

### OBJETIVOS

Pretender una preparación inicial de los alumnos para vivir en el mundo actual y futuro (Ministerio da Educação 2001). De este modo, deberá proporcionar a los estudiantes de secundaria, entre otras cosas, la posibilidad de:

- Comprender y explicar de una forma general y amplia las ideas importantes y las estructuras de la ciencia y de los procedimientos de investigación científica, para así tener más confianza a la hora de enfrentarse a cuestiones de naturaleza científica y tecnológica.
- Comprender y cuestionar el comportamiento humano ante el mundo, así como las aplicaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en nuestro entorno social y en nuestra cultura.
- Comprender la adherencia como la fuerza de atracción entre dos sustancias, la composición de las mezclas y verificar sus propiedades y aplicaciones en situaciones de la vida cotidiana.
- Reconocer cambios físicos y químicos en la materia y demostrar la diferencia entre dichos cambios.
- Promover el trabajo en red y colaborativo, la discusión y el intercambio entre pares, la realización en conjunto de la propuesta, la autonomía de los alumnos y el rol del docente como orientador y facilitador del trabajo.

**REQUISITOS** Conocer conceptos sobre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Aplicar conocimientos sobre ciencias naturales de la básica secundaria, fundamentalmente sobre composición de la materia, sustancias y mezclas. Comprensión lectora, redacción de escritos y socialización de ideas.

| Tiempo | ACTIVIDADES (Alumnado / Profesorado)   | Metodología/organización           | Materiales/Recursos   |
|--------|--|------------------------------------|---|
|        | <b>ENGANCHAR</b> Introducción-motivación   |                                    |   |
| 30 min | El docente explica los objetivos de la actividad que se va a llevar a cabo y realiza una breve introducción de la temática generando preguntas sencillas y claves para analizar y discutir en grupo.<br>1. Cuando se echa un poco de azúcar o de sal en un vaso con agua, ¿el azúcar o la sal desaparecen? ¿Porqué? 2. Al agregar a un mismo vaso; agua, aceite y alcohol, que pasa? Porque?. 3. Al observar los materiales (Piedras, aceite, azufre, sal, agua con aceite, limadura de hierro, agua coloreada, azúcar, corcho, hielo seco), ¿que diferencias encuentras entre el agua coloreada y el agua con aceite? Clasifica los materiales en elementos, compuestos y mezclas. Comparar las respuestas, socializar. | Socialización y trabajo en equipo. | Aula de clase Piedras, agua, etc y materiales de laboratorio. |
|        | <b>ELICITAR</b> Conocimientos previos  |                                    |   |

|                                  |   |  |   |
|----------------------------------|---|--|---|
| 1<br>H                           | <p>Se presenta a los alumnos el siguiente párrafo para discutirlo de manera grupal:</p> <p><i>“El mundo es una enorme cocina, y nuestras cocinas, pequeños universos donde todo el tiempo ocurren las más variadas reacciones químicas, físicas y biológicas. Porque ¿qué es la cocina sino un laboratorio, con casi todos los elementos necesarios para hacer los experimentos más complicados y – en el mejor de los casos- hasta comestibles?”</i></p> <p><i>La ciencia tiene mucho de cocina, de probar y de mezclar. Por otro lado, la cocina misma es un arte y una ciencia, y conocer los secretos de hervores, frituras y congelados puede ayudar a servir una mesa llena de delicias. Muchos consejos de abuelas encuentran así su respuesta “científica”: ¿Cómo lograr una masa o una mayonesa perfectas? ¿Y las claras a punto de nieve? ¿Cuáles son los secretos del almacenamiento de los alimentos? ¿Por qué no agregarle un poco de ciencia en la cocina? No por eso dejará de ser divertida, sino todo lo contrario. Además, podremos sorprender a los amigos al explicarles qué es en realidad la gelatina, o cómo lograr el mejor punto de merengue. Al fin y al cabo, jugar al científico no es demasiado diferente que jugar al “cocinero”.</i></p> <p>Entonces, se inicia una reflexión luego de tratar de resolver algunos de los interrogantes del párrafo y la la pregunta contenida en el mismo <i>¿qué es la cocina sino un laboratorio....</i></p> | Presentación de un problema                    | <p><i>Fracción del Texto extraído de:</i><br/>Golombek, D. y Schwarzbaum, P. (2004). El cocinero científico: cuando la ciencia se mete en la cocina. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina</p> |
| <b>Actividades de Desarrollo</b> |   |  |   |
| EXPLICAR Contenidos              |   |  |   |
| 30<br>m                          | <p>A partir de la actividad anterior se orienta al estudiante una breve introducción del tema. El objetivo es desmitificar la idea que no se pueden realizar experiencias de laboratorio sin contar con los elementos específicos y que las reacciones químicas, biológicas y físicas están permanentemente presentes en la vida cotidiana. Además comprender que el mundo de la industria se fundamenta en procesos, materiales y equipos basados en principios muy cercanos de los que formamos parte a diario. Se entregará por equipos de trabajo (4 grupos de 4 estudiantes) lecturas relacionadas con procesos industriales para luego explicar y socializar con toda la clase. Lecturas: “Del agua natural al agua potable –qué pasos sigue el agua antes de llegar a la llave de tu casa?”, “El petróleo –qué pasa con el petróleo una vez extraído?”, “El descubrimiento inesperado de los antibióticos” y “Los dentríficos –qué función cumple cada uno de sus compuestos?”</p>   | Expo-sición Lectura individual y socialización | Bibliografía referida al tema tratado   |

|                               |  |   |  |
|-------------------------------|--|---|--|
| 4H                            | <p><b>EXPLICAR Procedimientos</b></p> <p><b>PROCEDIMIENTO 1</b></p> <p>Se realizan las actividades 1 y 2 de la guía didáctica <a href="http://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml_get_83678847-c850-11e0-83ce-e7f760fda940/index.htm">http://www.educ.ar/dinamico/UnidadHtml_get_83678847-c850-11e0-83ce-e7f760fda940/index.htm</a> cuyos autores son: Silvia Cerdeira, Helena Ceretti y Eduardo Reciulschi con las cuales se busca que el estudiante por medio de actividades teórico prácticas comprenda analice y saque sus propias conclusiones acerca del trabajo científico de las actividades propuestas y haga un adecuado y optimo uso de las TIC trabajando en equipo.</p> | <p>Presentación de un problema<br/>Resolución problema<br/>Argumentación<br/>Pequeños grupos<br/>Debate</p> |  |
| 2H                            | <p><b>PROCEDIMIENTO 2</b></p> <p>Actividad 3 “Vamos al laboratorio –Experimentemos con compuestos y mezclas” Guia Libro Química1 Norma 2003. (Anexo 1).</p>  | <p>Trabajo en equipo, observación, análisis de resultados.</p>  | <p>Laboratorio y materiales</p>                          |
| 4H                            | <p><b>PROCEDIMIENTO 3</b></p> <p>Se realiza una visita a 3 empresas muy importantes de la región donde se realizan procesos de separación de mezclas (Petrolera “Interoil”, Arrocera “La Guaira” y Planta de tratamiento de aguas). Donde los estudiantes estarán en contacto con los procesos, intercambian dudas e inquietudes con el orientador docente y los jefes encargados de la planta y realizan un informe de acuerdo con los parámetros e información de la guía. (Anexo 2)</p>   | <p>Visita teórico práctica, guía, orientación docente y de la empresa, socialización.</p>                   | <p>Bus del colegio.</p>                                  |
| /                             |  |   |  |
| <b>EXPLICAR Actitudes</b>     |  |   |  |
| 60 m                          | <p>El docente en todo momento promueve el intercambio grupal y actúa como moderador en el debate que se realiza entre los diferentes grupos.</p>   | <p>Debate</p>   |  |
| <b>EXPLORAR Consolidación</b> |  |   |  |
|                               | <p>El profesor por medio de lecturas sobre investigaciones actuales y estudios de caso tomadas de las paginas web propuestas para el docente confronta y reafirma ideas y conocimientos.</p>   |   |  |
| <b>Evaluar</b>                |  |   |  |
|                               | <p>Instrumentos (seleccionar cuestiones del COCTS para evaluar)</p> <p>Se tomarán en cuenta algunas cuestiones del COCTS para analizar e interpretar concepciones de los estudiantes durante el proceso desarrollado en la UD.</p>   |   | <p>20511,<br/>20521,<br/>40421,<br/>40431,<br/>90211</p> |
| /                             |  |   |  |
| <b>Criterios/indicadores</b>  |  |   |  |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprende y explica de una forma general y amplia las</li> </ul>  |   |  |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   | <p>ideas importantes y las estructuras de la ciencia y de los procedimientos de investigación científica, para así tener más confianza a la hora de enfrentarse a cuestiones de naturaleza científica y tecnológica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comprende y cuestiona el comportamiento humano ante el mundo, así como las aplicaciones y los impactos de la ciencia y la tecnología en nuestro entorno social y en nuestra cultura.</li> <li>▪ Comprende la adherencia como la fuerza de atracción entre dos sustancias, la composición de las mezclas y verificar sus propiedades y aplicaciones en situaciones de la vida cotidiana.</li> <li>▪ Reconoce cambios físicos y químicos en la materia y demostrar la diferencia entre dichos cambios.</li> </ul> |  |  |
|   | EXTENDER Actividades de refuerzo y profundización   |  |  |
| 30<br>M   |   | Presentación de un problema<br>Resolución problema<br>Argumen-tación<br><br>Peque-ños grupos<br><br>Debate | <b>Vaso de plástico<br/>Agua<br/>Alfileres</b> |
| 30<br>m   |   |  |  |
|   | EXTENDER Actividades de ampliación  |  |  |
| <p><b>EVALUACIÓN/REFLEXIÓN SOBRE LA PRÁCTICA DOCENTE</b><br/> Al finalizar las tareas se aplica una encuesta para poder medir los alcances de la unidad didáctica, permitiendo de esta manera elaborar actividades para corregir posibles errores en la apropiación de los conceptos.</p> |   |  |  |
| <p>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).</p>   |   |  |  |



## **Referencias bibliográficas**

- Chevallard, Y. (2001). La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Editora Aique, Argentina
- Golombek, D. y Schwarzbaum, P. (2004). El cocinero científico: cuando la ciencia se mete en la cocina. Buenos Aires: Siglo XXI Editores Argentina.
- Pacífico, Andrea y otros (1996); Pensamiento Científico III; Prociencia, CONICET, Bs.As