

## INTRODUCCIÓN

En todos los niveles educativos hay numerosos problemas de aprendizaje y se sabe que son muchos los factores que pueden influir en un momento determinado. Durante los seis meses del desarrollo de nuestra Práctica Profesional II, se realizaron una serie de acciones con el propósito de buscar y recopilar información para caracterizar la realidad educativa en su entorno socio-cultural e institucional y de aquellos factores cognoscitivos que influyen en el proceso de aprendizaje.

En la realización de la práctica encontramos que la principal dificultad en el aprendizaje de la química por los estudiantes de décimo grado del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín, es la comprensión de conceptos tales como masa, peso, volumen y densidad. Que a pesar de ser básicos no dejan de ser problemáticos en los cursos de enseñanza secundaria, de acuerdo con los estándares curriculares.

La educación en Colombia según la Constitución Nacional (Art. 67), mediante la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994) que reglamenta y establece los fines educativos por áreas obligatorias como la de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, con autonomía educativa mediante un P.E.I. según lineamientos curriculares en el nivel disciplinar; el M.E.N. creó estándares curriculares que expresan competencias y logros con base a ejes articuladores por procesos biológicos, físicos y químicos, que para el grado décimo expresan: “los estudiantes comienzan una aproximación disciplinar al estudio de las ciencias naturales, la cual se caracteriza por exigir mayor formalización, rigurosidad conceptual y una mayor profundidad en su comprensión de las ideas y procedimientos básicos de las ciencias”.

Es por lo anterior, que los alumnos deberían diferenciar y usar en forma correcta los conceptos de los que aquí nos ocuparemos. Sin embargo, diversos estudios ponen

de manifiesto que tanto estudiantes de secundaria, de diferentes culturas y países, dichas nociones aún no han sido completamente diferenciadas por todos los individuos, poniendo de manifiesto así mismo, la existencia de deficiencias en las representaciones y uso del concepto de densidad. Pues hallamos, en términos generales, que les es difícil asociar el mundo – niveles - de lo submicroscópico o atómico, con el macroscópico y con el simbólico a través de ésta.

Es cierto que, detrás de este tipo de afirmación hay causas de difícil justificación o externas al problema: dificultades para acceder a nuevos planteamientos e ideas, arraigo de creencias y hábitos muy discutibles sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, contextos desmotivadores para el cambio, a pesar de la actitud favorable mostrada hacia el aprendizaje de la química, como lo demostró la evaluación de las pruebas actitudinales realizadas.

Consideramos que la superación de esta dificultad es importante para el aprendizaje de la química; porque la comprensión de las propiedades de las moléculas a nivel macroscópico esta determinada por lo submicroscópico. Y es en la aplicación de un modelo de partículas como se logra establecer la relación entre estos niveles de conceptualización.

De todos los conceptos fundamentales expuestos, seleccionamos el de densidad, ya que su aprendizaje y comprensión, teniendo en cuenta los tres niveles de conceptualización señalados antes, facilita construir otros conceptos en donde las relaciones de masa y volumen son fundamentales. El modelo fue aplicado para mejorar el concepto macroscópico de la densidad a partir de su comportamiento submicroscópico; articulado con el lenguaje simbólico y diferenciando claramente el tipo de explicación en cada uno de ellos.

Para mejorar el aprendizaje y comprensión de éste concepto en particular; se hizo a través del paradigma constructivista que considera la ciencia se caracteriza fundamentalmente por una interpretación, por medio de modelos y que éstos son

creaciones del hombre que van variando a través del tiempo y de la misma manera el alumno construye por sí mismo su conocimiento, es decir, los conceptos y los modelos explicativos, a partir de sus percepciones, de su experiencia y del uso que va haciendo de las palabras en la vida cotidiana.

Este trabajo también se centró en la importancia que tiene para la enseñanza de una estrategia que ayude al aprendizaje, con especial énfasis en la propuesta de la teoría del cambio conceptual de Posner y colaboradores, basados en el estudio de los errores conceptuales –concepciones alternativas– que se ha convertido en una de las líneas de investigación que mayor interés o atención se está dando en la enseñanza de las ciencias y que muestran algunos resultados interesantes, con planteamientos como una aproximación constructivista de alta racionalidad para la enseñanza de la química.

Esto supone que las ideas previas de los alumnos son un buen punto de partida necesario y que debería diseñar la instrucción para permitir que éstas se desarrollen y cambien. El paso obligado ahora es poner en práctica esta estrategia que conduzcan y logren la modificación en los alumnos de sus esquemas conceptuales, la persistencia de errores acompañados de una escasa comprensión del conocimiento científico y poca actitud e interés hacia la química.

## **1. JUSTIFICACIÓN**

La monografía “PROPUESTA DIDÁCTICA PARA VINCULAR LOS NIVELES: MACROSCÓPICO, SUBMICROSCÓPICO Y SIMBÓLICO AL CONCEPTO DE DENSIDAD EN QUÍMICA CON ALUMNOS DE DÉCIMO GRADO DEL INEM JOSÉ FÉLIX DE RESTREPO-MEDELLIN”, se justifica hacerla porque:

La preocupación por la formación de educandos, la educación como factor de desarrollo y el papel de la investigación en la generación de conocimientos son temas prioritarios de la agenda del Siglo XXI. El desarrollo de la investigación educativa esta íntimamente relacionado con el desarrollo socio-económico en nuestro país.

La UNESCO (1996), al reconocer la sociedad del conocimiento del siglo XXI, convoca a los ciudadanos de la aldea planetaria a convivir juntos. Los grandes desafíos intelectuales, políticos, económicos y científicos-tecnológicos marcan la pauta para una educación a lo largo de toda la vida. Se requieren nuevas competencias y nuevos procesos de formación. En estos desafíos, el maestro y la escuela son los protagonistas.

A partir de la constitución de 1991 se redimensiona el concepto actual de educación en relación con sus fines, su objeto de estudio, sus procesos, su calidad y el papel de los actores. En esta misma línea, la Ley General (Ley 115 de 1994) considera la educación como un derecho humano, un servicio público y una función social.

La educación pretende acceder al conocimiento, a la ciencia, a la tecnología, y a los demás bienes y valores de la cultura. En consecuencia, el interés fundamental de esta monografía es proponer una base para pensar la calidad de la educación y sus efectos sobre el escenario educativo “INEM “ José Félix de Restrepo-Medellín.

El maestro juega un papel protagónico en los complejos procesos de transmisión y renovación cultural y lo hará dependiendo de las concepciones que tenga del conocimiento, de la formación del hombre, del tipo de sociedad, del papel de la escuela, del acercamiento a la realidad y del para qué de su acción. Además a los educadores les corresponde reconocer el sentido de su acción, de su relación con sus estudiantes, consigo mismo, con el conocimiento, con la ciencia, con el mundo y con la cultura.

Las políticas de formación del educador en el contexto colombiano, la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994, Art. 104) hace evidente la necesidad de la formación investigativa del maestro. El educador colombiano debe estar dotado de las capacidades éticas, pedagógicas y científicas que le permitan desempeñarse con profesionalismo frente a los problemas y exigencias del medio educativo para reducir la distancia existente entre la investigación, el conocimiento científico, la teoría y la práctica.

El Plan Decenal de Educación 1996-2005 propone un programa de investigación para promover la investigación y el estudio permanente de los problemas de la educación en sus diferentes formas y niveles, en los planos conceptual, pedagógico, didáctico, curricular y experimental, como base para la innovación y el rediseño de políticas y programas.

La Reforma Educativa redimensiona el proceso educativo hacia los ideales más altos de excelencia. Su filosofía, naturaleza, principios y objetivos abren la puerta a la renovación de las concepciones y prácticas educativas en los diferentes contextos, con el fin de descubrir conceptos, derivar teorías y ampliar las fronteras del conocimiento. Educadores y educandos podrán visualizar formas de abordar el mundo y maneras de emprender una educación de calidad.

En el P.E.I. del INEM José Félix de Restrepo-Medellín, aparecen los fundamentos normativos que obedecen al artículo 73 de la Ley 115 de 1994 que posibilitan el

estudio, análisis de la legislación colombiana en materia educativa y su aplicación en la formación integral de los alumnos; referentes a los recursos docentes y didácticos con el fin de promover las innovaciones pedagógicas y la investigación participativa en la institución mediante convenios y alianzas con otras instituciones educativas, culturales y científicas.

Se necesita diagnosticar, potenciar y evaluar las capacidades de los estudiantes en cuanto al conocimiento en su práctica y el nivel conceptual y así determinar la posibilidad de construir un ambiente adecuado para el aprendizaje de la didáctica de la química.

Se complementa el trabajo actual de la institución con una nueva visión didáctica y pedagógica para la enseñanza y el aprendizaje de la química basada en el modelo teórico del cambio conceptual.

El modelo de partículas en correspondencia con la propuesta de enseñanza de cambio conceptual mediante las evaluaciones diagnósticas, pretende que el alumnado tome conciencia de las ideas que tiene, así como de los límites de su validez para posteriormente al presentársele otras más inteligibles, mejoren sustancialmente la comprensión de los conceptos implicados claves para la posterior construcción de su discurso químico

Pretende mejorar la comprensión de los temas relativos al concepto de densidad, mediante la utilización del modelo de partículas, pues éste permite vincular de una manera sencilla y entendible para los alumnos, la estructura a nivel submicroscópico de los sistemas materiales con su comportamiento macroscópico. Además, el modelo de partículas tiene la ductilidad suficiente para ir “afinándolo”, a medida que se avanza en la conceptualización, en la explicación de características e interacciones de esas partículas (átomos, moléculas, iones) y en los cambios por ellas experimentados.

La investigación sobre el modelo de partículas es pertinente para que los estudiantes comprendan y analicen los sistemas materiales; átomos y moléculas; densidad tanto en sólidos como en disoluciones y estado gaseoso desde esquemas de representación análogos que faciliten el aprendizaje de lo no observable.

## **2. OBJETIVOS**

## **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer el Modelo Didáctico de Partículas, para el aprendizaje del concepto de densidad, mediante la teoría del Cambio Conceptual en el “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín.

## **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Examinar las condiciones locativas y administrativas del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín, en el desempeño de las actividades académicas.
- ✓ Caracterizar la actitud y personalidad de los alumnos de 10° grado por la química.
- ✓ Evaluar mediante un diagnóstico cognoscitivo de entrada, el estado actual en conocimientos básicos de la química, los alumnos de 10° grado.
- ✓ Integrar los tres niveles conceptuales de la química: macroscópico, submicroscópico y simbólico a través de la teoría del Modelo de Partículas, como estrategia para mejorar los conceptos de masa, peso, volumen y densidad.
- ✓ Analizar mediante un diagnóstico de salida si hay o no cambio conceptual en el manejo de los conceptos básicos de la química.

## **3. MARCO CONTEXTUAL**

El diagnóstico institucional y actitudinal efectuado en el “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín, con estudiantes de décimo grado en recuperación y actividades complementarias, tiene como finalidad un acercamiento mediante un proceso continuo, sistémico y participativo a la realidad educativa, con el propósito de conocerla y evaluarla en la realidad misma, para poder pronosticar un posible cambio una vez detectado un problema específico; así como de proponer acciones que desde el proceso enseñanza-aprendizaje contribuyan a su transformación.

Las tareas que se van a desarrollar, pretenden también, orientar las estrategias y una serie de acciones tendientes a reunir información para diagnosticar el saber en el área de la química, sobre los conceptos básicos de los alumnos, identificando y enfocando un problema de carácter pedagógico, enmarcado dentro del contexto socio-cultural; así como de otros factores que podrían incidir negativamente en el rendimiento académico: la personalidad, la institución, estructura académica, etc. Para luego proponer las tendencias de cambio una vez detectado el problema, y las estrategias didáctico pedagógicas que conduzcan a mejorar la educación.

En el diagnóstico procesal se tuvieron en consideración tres fases esenciales:

- ✓ La caracterización del fenómeno objeto de investigación: PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA QUÍMICA.
- ✓ La pronosticación de sus tendencias de cambio
- ✓ Las proyecciones de las acciones que conduzcan a su transformación

En primer lugar para caracterizar el fenómeno objeto de estudio fue necesario, definirlo con claridad, analizando sus elementos constituyentes y sus vínculos internos y externos con otros fenómenos y así establecer las diversas relaciones entre ellos, utilizando las técnicas e instrumentos pertinentes como evaluaciones,

talleres, encuestas, actividades en clase, etc. para describir y comprender lo manifestado.

En segundo lugar para el diagnóstico se tuvieron en cuenta otros aspectos multifactoriales como la naturaleza social e individual, es decir, el contexto en general para tener un acercamiento al conocimiento de la personalidad de los alumnos; el grupo escolar con sus peculiaridades; los modos de actuación profesional de los profesores y los de la institución donde transcurre gran parte de este proceso; las potencialidades y barreras de la comunidad más directamente relacionadas con el proceso enseñanza-aprendizaje.

En tercer lugar se tuvieron en cuenta las tareas y procedimientos típicos de diagnóstico directo e inmediato del aprendizaje como:

- ✓ Caracterización de la Institución, para examinar las condiciones locativas y administrativas del "INEM" en el desempeño de las actividades académicas.
- ✓ Diagnósticos actitudinales, para establecer el nivel real de interés por la química.
- ✓ Diagnóstico de entrada cognoscitivo, para establecer concepciones alternativas de los alumnos sobre los conceptos elementales en química.
- ✓ Análisis y revisión de los estándares curriculares para ciencias naturales y educación ambiental.
- ✓ Revisión bibliográfica sobre la teoría del cambio conceptual basados en la propuesta constructivista.
- ✓ Elaboración de un método en el desarrollo y ejecución del proceso enseñanza y aprendizaje, para mejorar la comprensión de conceptos elementales.

- ✓ Diagnóstico cognoscitivo de salida, para comprobar en los alumnos si cambian o no los conceptos iniciales implicados en las actividades realizadas.
- ✓ La observación directa y sistemática de la actitud y del método del alumno al estudiar sus tareas escolares.
- ✓ El análisis de las tareas hechas por el alumno y sus errores más frecuentes y típicos.
- ✓ Pruebas analíticas evaluativas, tipificadas o elaboradas para identificar la deficiencia o el mecanismo responsable de los errores constantes del alumno.
- ✓ Frecuentes interrogantes reflexivos.
- ✓ Entrevistas individuales de carácter informal hechas con el alumno para sondear la naturaleza y la dinámica de su motivación interior.

Sobre la base de todo lo anterior, se pretende proyectar las adecuaciones curriculares que propicien la contextualización e individualización del proceso educativo, lo que favorecería el desarrollo del aprendizaje de mayor calidad en los alumnos.

Las acciones emprendidas se pueden resumir así:

### **3.1. DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL**

**3.1.1. Caracterización de la institución.** El Instituto Nacional de Educación Media Diversificada "INEM" José Félix de Restrepo-Medellín, es una institución de educación oficial, ubicado en la ciudad de Medellín Avenida las Vegas. Es un plantel de enseñanza básica secundaria y media diversificada, de carácter mixto, que bajo una misma administración concentra el mayor número de recursos para impartir una

educación integral a sus alumnos, de tal manera que los egresados puedan continuar estudios superiores o vincularse al mercado de trabajo en forma benéfica para ellos y para el país.

**3.1.1.1. Origen.** En el año de 1970 fueron creadas en Colombia los Institutos de Educación Media Diversificada, mediante el Decreto 1962 de 1969, que buscaba ofrecer opciones a los estudiantes que les permitieran optar por decisiones y mejorar la calidad de vida. El sistema INEM fue concebido y llevado a la práctica como una innovación educativa en Colombia, teniendo en cuenta la realidad del país, las características de los colombianos y las tendencias modernas de la educación.

Esta innovación planteó una nueva concepción del currículo, de la planeación y de la evaluación, y estableció la departamentalización como una de las bases fundamentales del sistema INEM. Veinticinco años más tarde mediante la Ley General de Educación (Leyes 130 de 1993 y 115 de 1994) cambia de paradigma y renueva las concepciones del currículo, del educando, de la evaluación; centrando el proceso pedagógico en el desarrollo integral de la persona, dando paso a la autonomía escolar y a la participación de la comunidad educativa en la dirección de los establecimientos, pero conservando su carácter (Ley 115 artículo 208): la diversificación y la departamentalización.

Los departamentos docentes fueron creados para una adecuada administración de la experiencia y se les entregó la responsabilidad del desarrollo de los procesos académicos, que se constituyen en pilares de la innovación propuesta a la educación.

**3.1.1.2. Departamentalización.** Fueron creados mediante Decreto 179 de 1982 como la agrupación de educadores de un área curricular determinada para efectos de coordinación académica interna. Esta organización cuenta con un Jefe de departamento y su función es ofrecer a los estudiantes experiencias educativas con

la responsabilidad del desarrollo de los procesos académicos en un área específica del conocimiento. En el “INEM”, los departamentos docentes funcionan en espacios técnicamente diseñados y cuentan con recursos humanos y físicos para el desarrollo de las actividades del aprendizaje.

**3.1.1.3. Planta física.** Tanto el diseño de la planta física del INEM como la distribución de los recursos fueron concebidos y están orientados hacia el trabajo por departamentos. Su infraestructura cuenta con diferentes bloques distribuidos así:

- 01 Bloque de Ciencias.
- 02 Bloque de Artes y promoción Social.
- 03 Bloque de Comercial.
- 04 Bloque de Comercial.
- 05-A. Bloque de Sociales
- 05-B. Bloque de Matemáticas.
- 06-A- Bloque de Servicios Generales.
- 06-B. Bloque de Educación Religiosa.
- 07-A. Bloque de Idiomas.
- 07-B. Bloque de Español.
- 08. Bloque de Informática “CIIE” y Biblioteca.

OTROS:

- Sala de Proyecciones y Capilla.
- Sala múltiple
- Coliseo
- Bloque Administrativo y Ayudas.
- Piscinas.
- Porterías.

- Kioscos.
- Tiendas.
- Zona Verde.
- Zona Peatonal.

Cada bloque son lo suficientemente amplios, adecuados, con aulas de clase espaciosas y bien iluminadas, laboratorios dotados para las asignaturas de biología, química y física; aula de informática, biblioteca, sala de proyección, salón de danzas, sala de mecanografía, cafeterías y una cancha de básquetbol, sitio en el que los estudiantes pasan la mayor parte del descanso.

En lo que hace referencia a los campos, sitios recreativos y deportivos, el colegio cuenta con zonas lo suficientemente amplias. Próximamente contará con un coliseo.

**3.1.1.4. Proyecto Educativo Institucional “P.E.I”.** Para la caracterización del perfil de los estudiantes, se hizo necesario conocer los lineamientos generales contemplados en el P.E.I., el cual tiene como fundamento la formación del desarrollo integral y diversificada de los estudiantes.

**3.1.1.4.1. Visión.** De acuerdo con el plan de desarrollo de la institución (2000-2002) el “INEM” es un centro piloto de formación integral, de la diversificación y de la formación técnica profesional, tecnológica y universitaria; su propósito es la educación del nuevo ciudadano para que construya una sociedad en la que todos puedan vivir y crecer en paz, con autonomía, respeto, tolerancia y calidad de vida.

El plantel conserva su carácter de Institución de Educación Media Diversificada y se proyecta como centro piloto de innovación e investigación pedagógica hacia los diferentes niveles del servicio educativo.

Su objeto permanente del quehacer institucional es la formación integral de ciudadanos autónomos, críticos, creativos y democráticos, que valoren el saber social y cultural, sujetos activos en la producción de nuevos conocimientos, competentes para desempeñarse laboralmente y/o continuar estudios superiores, que aporten a la construcción de una sociedad ética, tolerante y solidaria para lo cual cuenta con una comunidad participativa, dialogante, con sentido de pertenencia, abierta y pluralista.

Enfatizan en la capacitación y promoción del talento humano, la optimización en el uso de sus recursos físicos, técnicos y financieros, recurriendo a los avances de la ciencia y la tecnología, para llegar a ser mejor la institución de Educación Básica Secundaria y Media del Departamento de Antioquia.

**3.1.1.4.2. Misión.** El “INEM” en su P.E.I incorpora estrategias de mejoramiento ofreciendo programas académicos avanzados optimizando los recursos humanos, físicos, técnicos y financieros. Haciendo énfasis en el desarrollo y aprovechamiento del talento humano, mediante la capacitación con participación en equipos que permiten el trabajo y el aprendizaje.

El INEM José Félix de Restrepo de Medellín, es una institución oficial caracterizada desde su creación por una estructura organizacional propia, dedicada a la prestación de servicios de educación formal en los niveles de Básica Secundaria y Media Vocacional, a través de tres ciclos: Exploración Vocacional, Orientación Vocacional y Educación Media Vocacional, durante los cuales el estudiante como centro del proceso pedagógico tiene la opción de elegir entre varias Ramas y Modalidades, de acuerdo con sus necesidades, intereses y habilidades, para optar al título de Bachiller que le permita desempeñarse laboralmente y/o continuar en la educación superior.

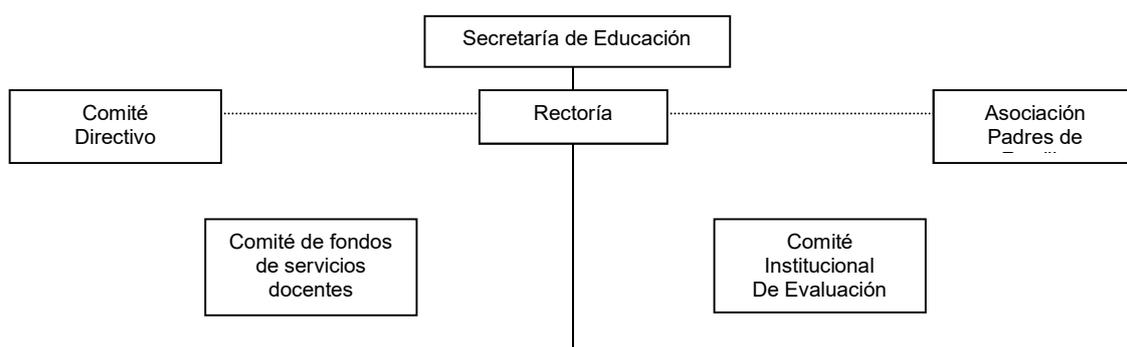
Mediante una propuesta curricular flexible y abierta a la innovación pedagógica, el INEM propicia la formación integral de sus estudiantes fundamentada en valores,

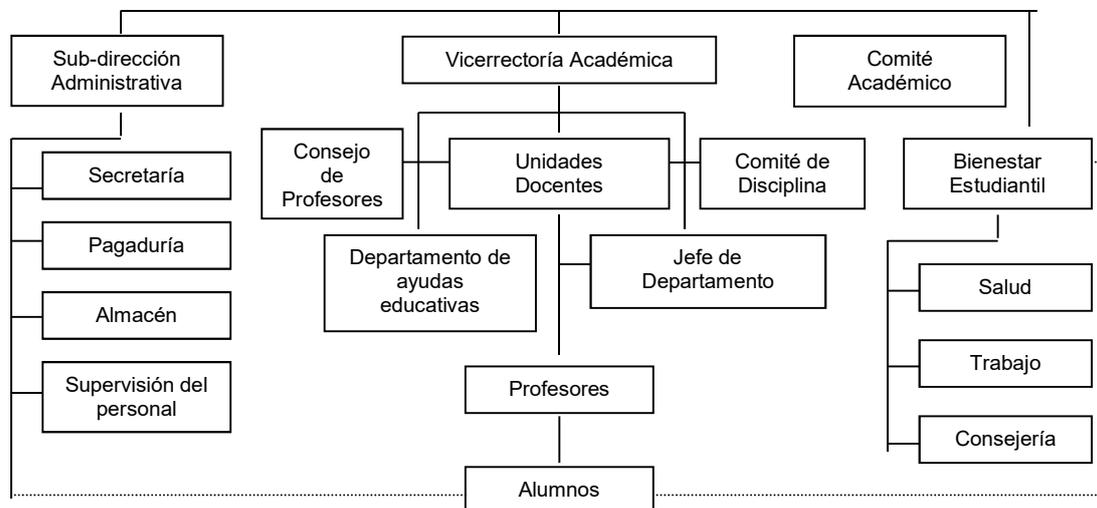
en la conservación ambiental, el aprender a conocer, el aprender a hacer, dentro de un contexto de participación democrática y de trabajo en equipo.

**3.1.1.5. Manual de convivencia.** Se enmarca en una postura filosófica que se orienta en la visión del hombre para el siglo XXI. Parte de una realidad social dada, con unas necesidades específicas, fruto de la experiencia cotidiana y de unas condiciones de vida que posibilitan u obstaculizan el proceso educativo. Ubicado dentro de un marco normativo que expresa en el momento actual los fines comunes de la sociedad colombiana, como resultado de la concertación en la actual Constitución y en una concepción pedagógica que, interrelacionando los anteriores fundamentos, promueve la construcción del hombre, en la significación de su existencia, en su medio ambiente, en la convivencia con los demás.

Teniendo en cuenta los presupuestos filosóficos, sociológicos, legales y pedagógicos; el manual de convivencia es uno de los medios pedagógicos con que cuenta la institución educativa para la búsqueda de la autonomía personal y el compromiso frente a unos valores que hagan posible la construcción de una sociedad de derecho, democrática, participativa y pluralista, mediante la orientación y regulación del ejercicio de derechos y libertades de los alumnos y del cumplimiento de sus deberes.

**3.1.1.6. Carta orgánica del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín (Diagrama 1).**





**3.2. DIAGNÓSTICO ACTITUDINAL.** Las actitudes hacia el área de la química que se tendrán en cuenta para el diagnóstico actitudinal serán de orientación principalmente motivacional que engloben creencias y sentimientos, como el resultado de interacciones directas con los contenidos, ideas, procesos por la química y los métodos de enseñanza. Éstas serán entonces, orientadas y dirigidas hacia el aprendizaje por la química, entendidas con una presunta actitud positiva a una serie de opiniones favorables, y por su rechazo a otra serie de opiniones desfavorables.

La encuesta realizada con el fin de estudiar las actitudes, ha presentado una dificultad al tratar de establecer los indicadores con los cuales se pueden evidenciar. Aunque toda actitud lleva consigo tres componentes: saber, sentir y actuar; ésta se puede establecer en tres, así:

- Cognición: Creencia e incredulidad
- Afectivo: Gusto-Antipatía
- Acción: Conducta

El componente cognoscitivo, representa la comprensión por parte del estudiante de la manera en que las actitudes se manifiestan en la conducta como creencias, juicios y conocimientos. La componente cognición hace referencia básicamente a los conocimientos que se tienen o se creen tener sobre un objeto o situación. Además, se entiende como aquellas imágenes mentales que forman parte de la manera como él entiende el mundo. La cognición hace parte del factor evaluativo de las actitudes, en el cual también se ubican las componentes afectiva y de acción.

El componente afectivo, representa la tendencia del estudiante a mostrar acuerdo o desacuerdo con la conducta que define su actitud, es decir, apoyo a determinadas pautas de conducta en ciertas situaciones relevantes a la actitud. La componente afectiva es inherente a la creencia, y se pone de manifiesto solamente cuando es objeto de controversia. Esto se debe a que la creencia es capaz de activar afectos de muy variada intensidad y dirección. Esta componente es la que ejerce mayor influencia en la actitud y no es detectable directamente.

El componente de acción, hace referencia al comportamiento verbal o cinético que contiene una disposición a responder, de acuerdo con los componentes cognitivos o circunstancias. La conducta del alumno puede servir para inferir una determinada actitud, teniendo en cuenta que esta puede estar condicionada por múltiples actitudes. (Rokeach, 1985).

### **3.2.1. Formas de abordar el aprendizaje.**

**3.2.1.1. Motivación.** Con el fin de diagnosticar la motivación de los estudiantes por la química en el “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín, se aplicó el cuestionario N° 1, a la totalidad de una muestra de 40 alumnos en 10° grado, que se anexa (ver Anexo B). Éste cuestionario se diseñó con preguntas orientadas a identificar: el nivel de interés con que inician los estudiantes la clase de química, el tipo de trabajo que los alumnos quisieran realizar o la forma cómo prefieren que se oriente la clase y la verificación de la información. Ver tabla 1.

**Tabla 1. Motivación y formas de abordar el aprendizaje**

Variable	N° de pregunta
Identificación del nivel de interés	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 17, 20, 24
Identificación del tipo de trabajo	10, 11, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Verificación	1 y 2; 3 y 5, 7 y 3; 4, 6, 9 y 15; 11 y 14; 11 y 16; 21 y 22; 18, 19 y 20; 23 y 24

**3.2.1.2. Resultados del nivel de interés.** Después de aplicar el primer instrumento cuestionario N° 1 con el fin de conocer el grado de interés con que iniciaban los estudiantes la clase de química, en refuerzo y profundización, se recogió la siguiente información:

De acuerdo con un 82.5% de los estudiantes, considera que es útil estudiar química, reconociendo su importancia un 70% para el éxito académico; aunque al 60% le agrada la clase de química, sin embargo, hay estudiantes que la consideran complicada (preguntas 4,6,9 y 15), es decir, 55.69%.

Se encuentra una coherencia entre las respuestas a las preguntas 3 y 5, (son las mismas planteadas de diferente forma); le agrada la clase de química al 61.5%, pero sólo le llama la atención al 52.5%.

Al 55% de los estudiantes no les agradan las discusiones sobre temas científicos, sin embargo tan sólo para un 23% de ellos la clase de química los motivó a consultar temas científicos; situación preocupante hasta el momento y que se debe tratar de superar en el desarrollo del proyecto de práctica.

La mitad de los estudiantes, es decir, el 50% de ellos ha tenido la oportunidad de ver documentales relacionados con la asignatura, el propósito es lograr que la totalidad de los estudiantes tenga la posibilidad de hacerlo.

El 85% de los estudiantes coinciden en que para aprender química no es suficiente con la explicación del profesor y sólo el 20% ven agradables las evaluaciones de química.

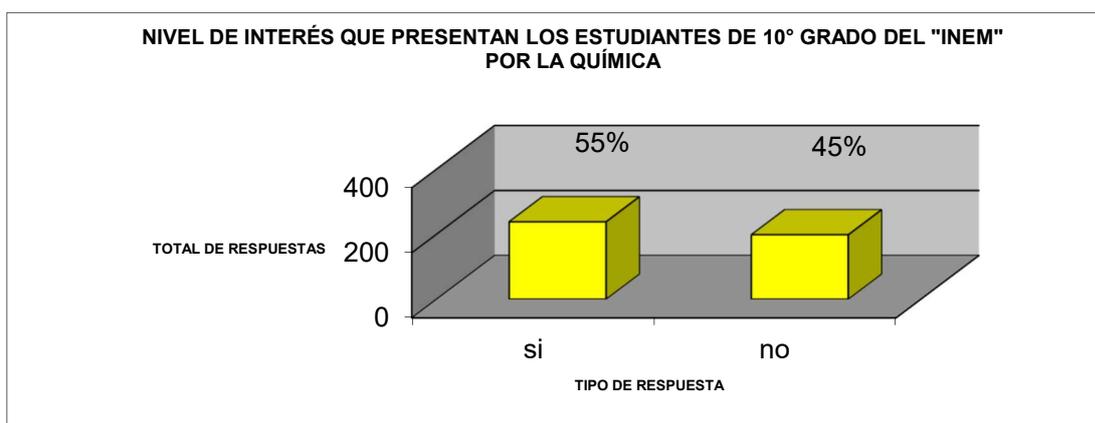
**3.2.1.3. Tipos de trabajos.** Trabajos en el laboratorio 82.5%, trabajos por talleres 72.5%, ejercicios en clase 76.9%, trabajo grupal 87.5% son formas de trabajo aceptadas por los estudiantes.

Son rechazadas situaciones como: trabajos individuales, el 83% de los alumnos pregunta 22 y elaboración de una cartelera con un 73% pregunta 25.

Se encontró gran aceptación de la relación entre química y vida cotidiana 68% de ellos contestaron sí, situación que se puede utilizar también para orientar la asignatura.

La gráfica 1 recoge el total de porcentajes consolidados de los niveles de intereses por la química:

**Gráfica 1**



### 3.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTES

**3.3.1. Carácter.** Para el análisis de la información obtenida con el cuestionario N° 2 (ver Anexo C), en la misma muestra de alumnos, se tuvieron en cuenta las siguientes respuestas para caracterizarlos como: conductuales, humanistas, cognoscitivistas y de aprendizaje social. Ver tabla 2.

**Tabla 2. Caracterización de los estudiantes**

Variable	N° de pregunta	%
Conductuales	6, 7, 15, 16, 17	35
Humanistas	4, 5, 8, 14	18
Cognoscitivistas	2, 9, 11, 12, 13	28
Socialistas	1, 3, 10	19

**3.3.1.1. Conductual.** Una vez aplicado y analizado el segundo instrumento cuestionario N° 2 con el fin de caracterizar a los alumnos por la química, se obtuvieron los siguientes resultados:

“Por mi desempeño en clase obtengo a cambio altas calificaciones”, pocas veces: 24 estudiantes, el 60%.

“Estudio para obtener calificaciones altas”, pocas veces: 19 estudiantes, el 47.5%.

“Estudio con agrado cuando recibo recompensas”, frecuentemente: 25 estudiantes, el 64.1%.

“Recibo mejores incentivos en actividades diferentes al estudio”, pocas veces: 20 estudiantes, el 50%.

“Me interesa la opinión del profesor con respecto a mi trabajo”, frecuentemente: 31 estudiantes, el 77.5%.

**3.3.1.2. Humanista.** “Mi opinión es importante dentro del grupo”, frecuentemente: 18 estudiantes, el 45%.

“Mí desempeño académico es mejor que el de mis compañeros”, pocas veces: 34 estudiantes, el 87.17%.

“No participo en clase por temor a equivocarme”, frecuentemente: 18 estudiantes, el 42.5%.

“No me gusta que el profesor diga en público mis deficiencias”, nunca: 16 estudiantes, el 42.1%.

**3.3.1.3. Cognoscitivista.** “Prefiero los trabajos individuales”, pocas veces: 22 estudiantes, el 55%.

“Me intereso más por la clase cuando el profesor no me tiene en cuenta”, nunca: 18 estudiantes, el 45%.

“Se me facilita comprender los temas de clase”, pocas veces: 25 estudiantes, el 64.2%.

“No me importa esforzarme mucho si al final aprendo”, pocas veces: 20 estudiantes, el 51.28%.

“Me esfuerzo por entender lo que leo”, frecuentemente: 31 estudiantes, el 77.5%

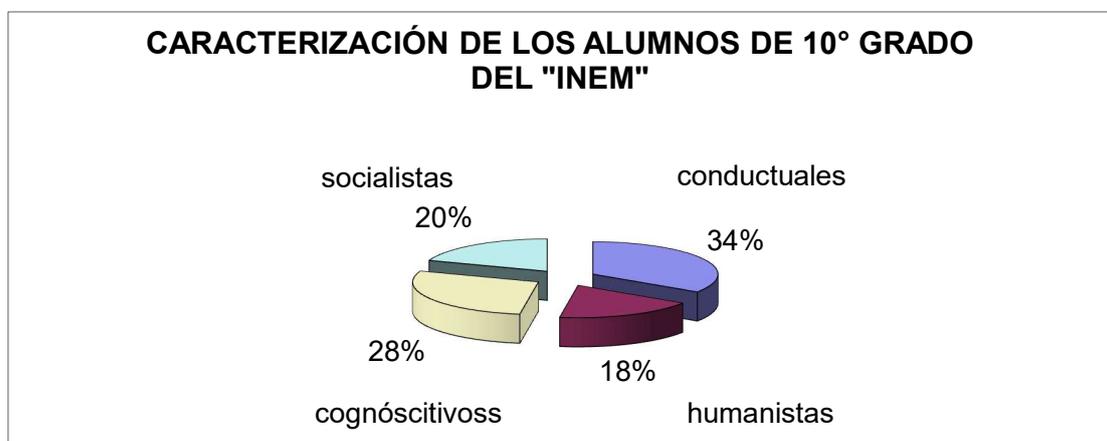
**3.3.1.4. Socialista.** “Me gustan los trabajos en grupo”, frecuentemente: 29 estudiantes, el 72.5%.

“Me gusta leer y comentar con mis compañeros los puntos en común”, pocas veces: 17 estudiantes, el 42.5%.

“En el trabajo en grupo me gusta ser el líder”, pocas veces: 17 estudiantes, el 42.5%.

De acuerdo con la información obtenida con este cuestionario (ver gráfica 2), se encontró que el 35% de los estudiantes son conductuales, el 28% son cognoscitivistas, el 18% son humanistas y el 19% corresponden al aprendizaje social.

**Gráfica 2**



## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. CONSTRUCTIVISMO**

La "Concepción Constructivista del Aprendizaje" es una de las últimas corrientes pedagógicas que ha influido en los ambientes educativos en los últimos 15 años, y cada vez adquiere más adeptos entre los docentes en todos los niveles educativos. Esta concepción (como teoría de la construcción del conocimiento) surge de la

Epistemología, en contraposición a las respuestas dadas por el empirismo (primacía del objeto sobre el sujeto) y por el apriorismo (primacía del sujeto sobre el objeto). El problema fundamental del conocimiento se discute en términos de: ¿Cómo es posible que el sujeto conozca al objeto?.

Hasta principios de siglo, las concepciones epistemológicas realistas o empiristas, y consecuentemente las teorías del aprendizaje asociacionistas, eran dominantes en la epistemología y la psicología. Sin embargo, durante el presente siglo ha ido creciendo tanto a nivel epistemológico como psicológico, una fuerte corriente de oposición a dichas concepciones. Uno de los autores que se opuso con más fuerza a los planteamientos empiristas y asociacionistas fue Piaget (1985), junto con Vygotski y Ausubel (1976).

En Piaget el problema central surge desde la epistemología, la pregunta que él intenta responder es: ¿Cómo en la relación sujeto-objeto, la estructura con la que el sujeto se enfrenta al objeto se ha adquirido?. Por lo tanto de lo que se trata, es de reconstruir su efectiva construcción, lo cual no es asunto de reflexión, sino de observación y experiencia y equivale seguir paso a paso las etapas de esa construcción, desde el niño hasta el adulto.

Vygotski concibe el desarrollo cognitivo como un proceso dialéctico complejo caracterizado por la periodicidad, irregularidad en el desarrollo de las distintas funciones, la metamorfosis o transformación cualitativa de una forma a otra, la interrelación de factores externos e internos y los procesos adaptativos que superan y vencen los obstáculos con los que se cruza el niño.

También podemos tomar en cuenta los planteamientos de David Ausubel (1976) quien sostiene que sólo aprendemos aquello que nos resulta particularmente significativo; por tanto, el material a ser aprendido debe poseer en sí una significatividad potencial para el aprendiz; en este caso estaríamos en presencia del Constructivismo Disciplinario.

El punto común de las actuales elaboraciones constructivistas está dado por la afirmación de que el conocimiento no es el resultado de una mera copia de la realidad preexistente, sino de un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y re-interpretada por la mente que va construyendo progresivamente modelos explicativos cada vez más complejos y potentes. Esto significa que conocemos la realidad a través de los modelos que construimos para explicarla, y que estos modelos siempre son susceptibles de ser mejorados o cambiados.

Cuando se habla de constructivismo, no debe hacerse "a secas", sino que convendría indicar desde qué perspectiva o punto de vista se está haciéndolo. Así, por ejemplo, podríamos hablar de Constructivismo Genético el cual se sustenta en las ideas de Jean Piaget, para quien el aprendizaje es explicado a partir de sus nociones acerca del desarrollo cognitivo individual. Otra opción la tendríamos en Lev Vygostky, quien destaca el elemento social en el aprendizaje de cada persona; cuando éste es el caso, estamos en presencia de un Constructivismo Social. Lacasa (1994).

Una de las primeras posturas teóricas constructivistas es la Epistemología genética de Jean Piaget, quién al igual que otros autores como Von Foerster y Humberto Maturana que son constructivistas radicales, destacan el desarrollo humano y científico como una "Construcción de Conocimientos", es decir, ¿Cómo se pasa de un estado de menor conocimiento a un estado de mayor conocimiento?. A este respecto Piaget centra su atención no sólo en los resultados, sino en los procesos - postura genética- y coloca en el centro del mismo a la "interacción" entre el sujeto epistémico y el objeto del conocimiento, siendo el carácter constructivo del proceso la "acción" como elaboradora de estructuras de conocimiento.

Como podrá notarse esta postura parte de un postulado importante: el conocimiento no es una simple copia de la realidad, sino un proceso dialéctico y dinámico, que parte de la acción del sujeto y a través del cual se van construyendo modelos

explicativos de la realidad, cada vez más complejos y cuya importancia se decide por el valor y la utilidad que tienen. En este sentido toda nueva adquisición o modificación del conocimiento es absolutamente inseparable de todo proceso de construcción del mismo, y de modificación de lo real.

Para el constructivista radical –punto en el cual se va centrar la presente monografía– los alumnos aprenden a través de una secuencia uniforme de organizaciones internas, cada una más abarcadora e integrativa que sus predecesoras. Para promover el aprendizaje, el profesor o diseñador del currículo trata de acelerar el paso de la reorganización ayudando a los estudiantes a examinar la coherencia de sus actuales formas de pensar.

La clave de una visión constructivista en los terrenos pedagógicos es la "construcción de significados" en el sujeto, donde el aprendizaje es un proceso tanto social como individual, y los conocimientos son construidos a través de modelos conceptuales adecuados a la realidad y al particular punto de vista de los sujetos, así como a sus concepciones previas y sus resistencias. Juan Luis Hidalgo G. (1993).

La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación que se imparte en la escuela es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece y en consecuencia en cualquier nivel de la enseñanza que estemos, la educación tiene como meta ayudar a que los alumnos progresen de un estadio inferior a otro superior.

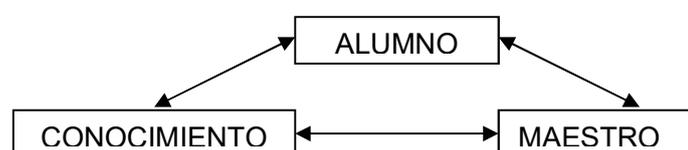
Hay que puntualizar que existen muchas versiones o vertientes del constructivismo o del cambio conceptual. Pero es posible dar una caracterización del constructivismo en algunos puntos generales:

- ✓ Da prioridad a los procesos de adquisición del conocimiento.

- ✓ Parte de la premisa de que el alumno, a cualquier edad, llega a todo proceso de aprendizaje, con unos conocimientos, unas concepciones y unos esquemas de pensamiento, y que éstos deben reconocerse, como punto de partida del aprendizaje.
- ✓ Concibe el aprendizaje como la transformación y el enriquecimiento de éste conocimiento previo, como un proceso de cambio conceptual, de reestructuración.
- ✓ Opone a la enseñanza expositiva, la guía constante del maestro en la construcción, por parte de quién aprende, de los conceptos, las teorías y los esquemas de análisis.
- ✓ Tiene como meta principal crear las condiciones óptimas para que los alumnos aprendan a pensar por sí mismos, a analizar nuevas situaciones y a enfrentar nuevos retos intelectuales personales.

El modelo general del constructivismo o del cambio conceptual se puede esquematizar en la siguiente forma:

**Diagrama 2. Modelo general del constructivismo**



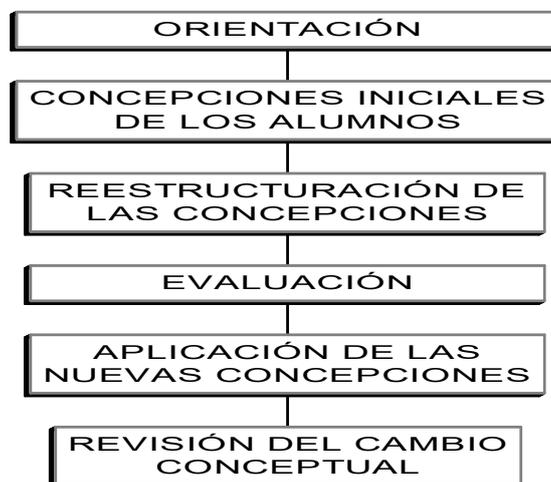
En campos específicos del conocimiento como la química, el modelo constructivista o del cambio conceptual, puede adoptar ciertas modalidades o estrategias

específicas. Arnold Arons (1983) ha planteado dos directrices muy sencillas, que podemos resumir así:

- Primero la idea y el nombre luego. No empezar con una definición que dice poco a los alumnos y evitar al máximo el dar primero nombres técnicos que se convierten muchas veces en unos obstáculos para el aprendizaje.
- ¿Cómo sabemos que...? y ¿Por qué creemos que...? No limitarse a decir que la ciencia o los científicos han demostrado que... (tal o cual cosa es cierta), sino mostrar el proceso de razonamiento que ha permitido llegar a las conclusiones.

Para el diseño de las secuencias de aprendizaje, se ha encontrado muy útil un esquema que en forma resumida se puede plantear en seis etapas, que explican brevemente así:

**Diagrama 3. Estrategias específicas del constructivismo**



- **Orientación.** Un planteamiento muy general del tema que motive a los alumnos a trabajar en él.
- **Concepciones iniciales.** Establecer las ideas que los alumnos tienen sobre el tema, para partir de ellas.

- **Reestructuración de las concepciones.** Es la parte crucial de la secuencia. Dependiendo de las concepciones iniciales de los alumnos, se deberán escoger diversas estrategias pedagógicas para promover la necesaria reestructuración. Aquí juega un papel preponderante la creatividad del profesor en la selección de actividades y en las argumentaciones.
- **Evaluación.** Determinar la movilización lograda en las concepciones iniciales. Hay que dar tiempo para las concepciones logradas se afiancen y por tanto no se debe evaluar muy pronto.
- **Aplicación de las nuevas concepciones.** Plantear problemas e interrogantes que obliguen a los alumnos a reflexionar con base en las concepciones logradas.
- **Revisión del cambio conceptual.** Lograr que los alumnos sean conscientes de los cambios que se han operado en sus concepciones.

## 4.2. TEORÍA DEL CAMBIO CONCEPTUAL

Hace poco más de veinte años que surgió la teoría del cambio conceptual en el aprendizaje de las ciencias. Posner, Strike, Hewson y Gertzog presentaron el 11 de septiembre de 1981 un artículo a la revista *Science Education* (Posner y otros, 1982) que fue aceptado días después, y en el que proponen pautas análogas entre el cambio de los conceptos durante el desarrollo de la ciencia y el cambio conceptual producto de acomodar el aprendizaje de la ciencia de forma personal. El artículo, está basado parcialmente en el documento titulado “Aprendiendo relatividad especial: un estudio de los problemas intelectuales encarados por alumnos universitarios”, presentado en la Conferencia Internacional de Celebración del Centésimo Aniversario de Albert Einstein, del 8 al 10 de noviembre de 1979, en la Universidad de Hofstra.

Desde ese momento, la teoría conceptual forma parte de la estructura del constructivismo, corriente que plantea que el aprendizaje es el resultado de la interacción entre lo que se enseña al alumno y sus propias ideas o conceptos. Sin duda una forma nueva de pensar sobre el aprendizaje, el constructivismo llevó al estudio, muy extendido, de los llamados 'errores conceptuales' de los estudiantes, que luego dio en llamárseles 'esquemas alternativos', para moderar la calificación de 'errores'. También forma parte del constructivismo el comprender algunos de los motivos de la persistencia de los esquemas alternativos, para lo cual no resulta suficiente intentar desarrollar una visión razonada de cómo las ideas estudiantiles interaccionan con ideas nuevas e incompatibles.

De lo que se trata, según explican Posner y otros, es de plantear una teoría bien articulada que describa o explique las dimensiones sustantivas del proceso por el que las personas cambian sus conceptos centrales y organizadores, desde un conjunto de conceptos a otro, incompatible con el primero. Posner y otros proponen que el aprendizaje, siendo una actividad racional, se preocupa de las ideas, de su estructura y de su evidencia, al igual que la investigación científica, y debe por lo tanto comportarse de una manera similar a la filosofía contemporánea de las ciencias, dado que una cuestión central de ésta filosofía es cómo los conceptos cambian con el impacto de nuevas ideas o de nuevas informaciones.

Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), basados en los presupuestos epistemológicos de Kuhn, Lakatos y Toulmin (1972) propusieron para el proceso educativo, el modelo de aprendizaje que se conoce como de cambio conceptual, sobre la propuesta *constructivista* que acepta la estructura cognitiva previa de los alumnos y que admite a los estudiantes como un grupo de personas que posee una serie de propuestas válidas sobre el mundo; de tal manera, que pueden ser asimilados a una comunidad científica que actúa y obtiene resultados valiosos en términos existenciales y comunitarios.

Desde allí se concibe el aprendizaje como una actividad racional, análoga al proceso de investigación científica, suponiendo que los resultados de ella casi siempre generan cambios conceptuales entre los investigadores y por ende entre los estudiantes. En este sentido, la teoría del cambio conceptual, referenciada por Posner, Hewson, Strike y Gertzog; desconocen a propósito lo ya apuntado por K. Popper, (1965) en el sentido de que los resultados contradictorios de cualquier experiencia científica tienden a ser explicados, no porque la teoría esté equivocada, sino por que los próximos desarrollos darán razón a las creencias y suposiciones de la estructura cognitiva que se somete a comprobación.

La concepción del cambio conceptual se basa en dos disyuntivas: La primera, en el esquema piagetano, que acepta la *asimilación*; que tiene lugar cuando los estudiantes utilizan sus ideas previas para trabajar la información nueva, la comprenden y la incorporan a la estructura que ya poseen. La segunda, con el mismo fundamento piagetano, admite la *acomodación*, que tiene lugar cuando el esquema conceptual previo de los alumnos es inadecuado para procesar la nueva información; caso en el cual se necesita la sustitución de los conceptos existentes en la estructura conceptual de los estudiantes, por lo que se requiere de un cambio conceptual.

En síntesis, significa sustituir los conceptos existentes por otros en los que se produce indispensablemente el cambio conceptual (Posner y otros, 1982). No obstante, la inicial fundamentación piagetana de estos autores, sobre la base de que los alumnos poseen una concepción del mundo, parte de su teoría pedagógica y didáctica, del nicho conceptual que fundamenta la teoría de Toulmin, de la ciencia como empresa racional para establecer cuatro condiciones indispensables del cambio conceptual en el aula de clase (Porlán, 1990).

**4.2.1. Condiciones para el cambio conceptual.** En especial, Posner y colaboradores expresan, según sus puntos de vista, las cuatro condiciones que son comunes a la mayoría de los casos de acomodación:

**4.2.1.1. Debe existir insatisfacción con las concepciones existentes.** De acuerdo con la similitud planteada entre el desarrollo científico y el aprendizaje de ciencia, antes de que suceda una acomodación es razonable suponer que la persona habrá recogido todo un conjunto de problemas sin solución (o anomalías, como las llama Kuhn) y perdido su esperanza en la capacidad de sus conceptos vigentes para resolver estos problemas. Una experiencia previa a la consideración de un nuevo concepto es, entonces, que la concepción existente sea vista con alguna insatisfacción por quien va a aprender.

Strike y Posner en 1985, analizaron cuales eran las condiciones que producen insatisfacción en los estudiantes al conocer una anomalía en forma de un hallazgo experimental:

- Entienden por qué el hallazgo experimental representa una anomalía;
- Creen que es necesario reconciliar el hallazgo con sus concepciones existentes;
- Están convencidos de la reducción de inconsistencias con la adopción de los nuevos conceptos respecto a mantener las creencias que tienen;
- Los intentos de asimilar el hallazgo a sus concepciones existentes parecen no funcionar.

**4.2.1.2. Una nueva concepción debe ser mínimamente inteligible.** En el modelo de Kuhn, un paradigma alternativo sólo puede tomar el lugar de un paradigma firme si es comprendido por los científicos. De igual forma, en el aprendizaje, la persona debe ser capaz de captar cómo puede el nuevo concepto estructurar la experiencia suficientemente como para explorar sus posibilidades inherentes. Para que un alumno pueda considerar la adopción de una nueva

concepción debe encontrarla inteligible. La inteligibilidad es una condición necesaria, mas no suficiente, para la acomodación.

**4.2.1.3. Una nueva concepción debe aparecer como verosímil inicialmente.**

Para que los estudiantes consideren una concepción alternativa, deben al menos entenderla de forma superficial. Las ideas no pueden funcionar psicológicamente a menos que el alumno pueda representarlas internamente. Una vez que los estudiantes pueden representar una nueva concepción pueden considerar su plausibilidad.

**4.2.1.4. Un nuevo concepto debe sugerir la posibilidad de un programa de investigación fructífero o provechoso.**

Una persona es conquistada por una nueva concepción si le ayuda a interpretar experiencias, resolver problemas y, en ciertos casos, encontrar necesidades espirituales o emocionales. Una nueva concepción debe hacer más que la concepción previa si ha de considerársela fructífera, aunque debe hacerlo sin sacrificar cualquiera de los beneficios de la concepción previa o, en todo caso, debe dar los suficientes incentivos por el sacrificio requerido.

Nuestra descripción de cuatro condiciones para una acomodación exitosa en esta monografía, puede dar una idea de un proceso lineal, que parte por la insatisfacción con una concepción existente, seguida de encontrar una nueva concepción entendible, que conduce a una creencia de su plausibilidad y concluyendo que dicha creencia va a ser provechosa.

**4.2.2. Ecología conceptual.** Con respecto a la ecología conceptual, afirman Strike y Posner (1985) que los siguientes aspectos son de particular importancia porque determinan la dirección de la acomodación:

- Las anomalías acumuladas por la noción preexistente en relación con el mismo campo explicativo-descriptivo; dicha noción se hace inadecuada para dar cuenta de nuevos fenómenos o hechos;
- La posibilidad de inventar analogías y metáforas que permitan nuevas ideas con el fin de hacer inteligibles esos hechos y fenómenos;
- Los compromisos epistemológicos que hacen que el individuo asuma conscientemente sus concepciones sobre el conocimiento y los límites de sus creencias y suposiciones básicas acerca de la estructura y funcionamiento del universo; de la ciencia y de la experiencia cotidiana;
- La factibilidad de elaborar representaciones y ejemplos esclarecedores;
- La concordancia con las experiencias pasadas, no en términos de mera evocación, sino en términos de resultados de intervenciones efectivas;
- La capacidad de incorporar al problema apoyos conceptuales y metodológicos procedentes de otras áreas del saber.

Los autores del modelo del cambio conceptual han considerado en sus desarrollos teóricos, todos los aspectos que, de una u otra manera, contribuyen a la educación en términos de un proceso formativo; por ello, han insistido en la ecología conceptual, (a la cual ya se ha hecho referencia en este marco referencial) que tiene que ser considerada a la hora de influir en la necesidad didáctica de enseñar nuevos conceptos. De alguna manera, la teoría del cambio conceptual está relacionada con el movimiento de las *concepciones alternativas*; por cuanto se trata de un problema didáctico de cómo lograr, en la particularidad del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín, la aceptación por parte de los estudiantes de décimo grado, de los conceptos científicos desarrollados por este modelo.

### 4.3. PROPUESTA CONCEPTUAL

Se ha demostrado que el niño interioriza la realidad a través de modelos representativos que constituyen para él la realidad misma. En consecuencia, sus previsiones, sus interferencias y sus actuaciones propias, en relación con un universo de fenómenos, partirán de sus modelos representativos de los que se emanan sus convicciones.

Esta forma de comportamiento no es exclusiva de los niños, sino una característica general de los individuos. Todo ello corrobora aun más la necesidad de que en la enseñanza se tengan en cuenta estos modelos representativos. Sin embargo, la forma más habitual de enseñar consiste en proporcionar al alumno una organizada información, siempre que ello sea posible, en orden de menor a mayor dificultad. Los datos que se le transmiten de forma aislada del modelo a partir del cual se han obtenido y dejan al alumno en un estado de ignorancia erudita.

En la actualidad, se constata, tanto en la psicología de la educación como en la didáctica, una convergencia que tiende a situar el aprendizaje como la interacción entre la actividad mental humana y la realidad circundante. Esta concepción del aprendizaje supone un proceso de construcción permanente del conocimiento en el que se trabaja información procedente de diversas fuentes: los conocimientos previos, el conocimiento de otras personas y la propia realidad sociocultural.

De todas estas fuentes, presenta especial interés para el aprendizaje de los conceptos claves de la química, la consideración de los esquemas preexistentes del alumno, que recogen su experiencia y puntos de vista sobre el mundo. Dichos esquemas, centrados en lo concreto y en las vivencias de lo cotidiano, son muy diferentes de las abstractas concepciones científicas. La distancia entre la conceptualización del alumno y la conceptualización científica no se pueden salvar por imposición curricular, sino en un largo proceso de cambio conceptual y metodológico facilitado por la acción del profesor.

Estos esquemas son llamados por Rosalind Driver Alternativos, que reconocen las elaboraciones previas de los alumnos y que se apartan de las ideas de los errores conceptuales, por cuanto los trata como elaboraciones activas de la realidad que hace cada alumno, con base en los procesos de inducción, intuición o imaginación que le brinda el entorno sociocultural y que sirve de punto de partida para una progresión hacia concepciones más científicas.

Dicha progresión no es lineal. No hay una secuencia fija de conceptos que lleve del pensamiento infantil a los conceptos científicos. Más bien se da un doble proceso: por una parte, la integración de un número cada vez mayor de conceptos en la estructura cognitiva del niño, con la construcción de mallas o redes conceptuales cada vez más complejas; por otra, la profundización en cada uno de los conceptos básicos mediante formulaciones sucesivas de generalidad creciente.

Para profundizar un poco más con respecto a lo expuesto hasta aquí, es necesario acudir a J. D. Novak (1988), para el cual el conocimiento existe en el mundo y la tarea de todo investigador es descubrirlo. Resalta las nuevas ideas sobre el desarrollo científico, con un aporte metodológico para la investigación de la enseñanza de las ciencias de lo que se conoce como Mapas Conceptuales, una forma de ilustrar y evidenciar las estructuras cognoscitivas o de significado que los alumnos tienen y a partir de las cuales perciben y procesan sus experiencias.

Se puede integrar a lo anterior la V Heurística; una metodología desarrollada por Gowin en 1981, con la cual cree que puede orientar el proceso de aprendizaje, ayudar a los estudiantes a entender la naturaleza constructiva de los conocimientos así como a tomar conciencia de su propia construcción de significados en las actividades de aprendizaje que tienen que ver con las ciencias experimentales.

Los Mapas Conceptuales están integrados, dentro del constructivismo, a la teoría del aprendizaje cognoscitivo. Moreira y Gobarra (1985) aseguran que los mapas

conceptuales son mecanismos para evidenciar las representaciones concisas de las estructuras conceptuales en los alumnos y aun de los profesores.

Novak resalta a Ausubel como el primer psicólogo que trajo a colación una teoría del aprendizaje, en la cual era importante el rol de los significados manejados por el alumno; y por lo tanto, la estructura y la naturaleza de los conceptos elaborados por ellos como base para establecer una diferencia entre aprendizaje memorístico (arbitrario, al pie de la letra no sustancial), y el aprendizaje significativo (no arbitrario, no al pie de la letra y sustancial), dio pie para establecer una teoría sobre la capacidad de procesamiento de información y almacenamiento jerárquico de los conceptos.

Ahora si, ¿En qué consiste la formación de conceptos básicos en química como son masa (peso), volumen y densidad?. En la historia de la ciencia, los nuevos conceptos surgen generalmente por integración de otros más simples y por procesos de diferenciación. Lo realmente nuevo de una teoría suele ser la reorganización de ideas ya elaboradas en otras teorías anteriores, de tal manera que todas ellas adquieran un nuevo significado de acuerdo con los principios del aprendizaje por reestructuración.

Lo que ocurre básicamente en dicha formación de conceptos es un cambio conceptual debido a las diferentes percepciones que se tienen y se obtienen del medio. Todo esto conduce a citar un ejemplo en cuanto a la reestructuración mencionada. En un caso particular, el alumno, había creado un significado para conceptos diferentes haciendo referencia a lo que es masa y peso, dichos conceptos significaban lo mismo para dicho sujeto, pero a través de procesos de asimilación y acomodación, reestructuró dichos significados y provocó en él ese cambio conceptual dentro del cual se produjo una reorganización de ideas clasificando la esencia de cada uno de ellos como conceptos distintos.

Se hace necesario infundir a los alumnos e incentivarlos a que dicho aprendizaje de conceptos, especialmente en química, se dé en forma estructurada y de forma significativa; en el sentido que ellos como alumnos formen esos conceptos, impartiendo situaciones de análisis y criterio, para que de esta manera en su mente lleven a cabo una estructuración nueva en la que identifiquen la formación de conceptos a partir de otros más simples.

#### **4.4. EL TRABAJO EN EL AULA**

Sobre las posibilidades del cambio conceptual en el aula de clase y sus perspectivas filosóficas, Nussbaum (1989), sostiene que el aprendizaje de conceptos y el cambio conceptual son la preocupación central del aprendizaje de las ciencias, y para el caso que nos ocupa el de la química, dado que los conceptos suministran la organización de los elementos y son la guía principal de los principios de toda lección, como también para la práctica de laboratorio o trabajo de campo. Por esta razón, para la investigación en enseñanza de las ciencias, es bastante significativo llegar a entender la dinámica del cambio conceptual en el aula de clase. En particular, si se pretende llevar a los estudiantes desde preconcepciones ingenuas hacia las concepciones admitidas por la comunidad científica.

Nussbaum afirma que la comprensión del problema del cambio conceptual en los estudiantes tiene que ser necesariamente esclarecido a partir del estudio riguroso de los puntos de vista de los filósofos de la ciencia; de ahí que el constructivismo de hoy incorpore en sus consideraciones, los fundamentos filosóficos de la ciencia, siendo consciente de las diferentes maneras como se caracteriza y define la racionalidad científica. En una apertura conceptual y metodológica se parte del principio de que esas diferentes formas suministran alternativas de respuestas sobre cómo tiene lugar el cambio conceptual.

En síntesis, Nussbaum reafirma algo en lo que los constructivistas están de acuerdo, que ningún educador, por lo menos en lo que a la enseñanza de las

ciencias se refiere, puede incorporarse a la estrategia del cambio conceptual sin una concepción epistemológica rigurosa en torno a la historia y la epistemología del conocimiento científico. Agrega además, la importancia que desde este punto de vista debe dársele a la psicología del aprendizaje, la cual contribuye significativamente a la comprensión del por qué los hombres de ciencia cambian sus teorías.

Como ya se ha afirmado en éste marco referencial, cualquier transformación es histórica, esto es, no ocurre de la noche a la mañana. Nussbaum sostiene que el cambio conceptual sigue una natural evolución gradual, algo que no es sorprendente, mantiene en el estudiante elementos sustanciales de su antigua concepción, mientras va incorporando en forma parsimoniosa los elementos nuevos y distintos que el profesor le presenta.

#### **4.5. LOS MUNDOS MACROSCÓPICO, SUBMICROSCÓPICO Y SIMBÓLICO DE LA QUÍMICA.**

En química se trabaja en tres mundos muy distintos (Spencer y otros, 2000). La mayor parte de las mediciones se hacen a escala macroscópica, con objetos reconocibles a simple vista. Cuando se entra a un laboratorio químico se puede ver una diversidad de botellas, tubos, frascos y vasos de precipitados, diseñados para estudiar muestras líquidas y sólidos lo bastante grande como para poder percibirlos. También se pueden encontrar instrumentos complicados con los que se pueden analizar cantidades muy pequeñas de materiales, pero aún esas muestras se ven a simple vista. Ver gráfica 3.

**Gráfica 3. Los mundos macroscópicos, submicroscópico y simbólico de la química**



Aunque en química se hacen experimentos a escala macroscópica, los químicos razonan sobre el comportamiento de la materia en términos de un mundo de átomos y moléculas. En éste mundo atómico, por ejemplo, el agua ya no es un líquido que se congela a 0°C y hierve a 100°C, sino es moléculas individuales que contienen dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

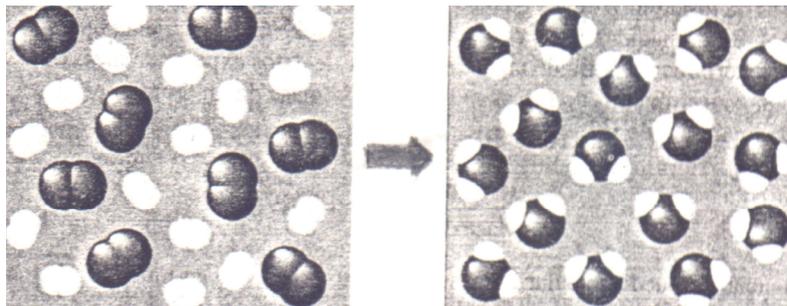
Uno de los desafíos que encaran los alumnos al encontrarse por primera vez con la química es comprender el proceso por el que los químicos efectúan experimentos a escala macroscópica, que se pueden interpretar en función de la estructura de la materia a escala atómica. La tarea de salvar el vacío entre los mundos atómicos y macroscópico se dificulta más porque los químicos también trabajan en un mundo simbólico, en el que representan al agua como H<sub>2</sub>O, y escriben ecuaciones como la de abajo, para representar lo que sucede cuando el hidrógeno y el oxígeno reaccionan para formar agua.



El problema con el mundo simbólico es que se usan los mismos símbolos para describir lo que pasa tanto en la escala macroscópica como en la atómica. Por ejemplo, el símbolo "H<sub>2</sub>O" se usa para representar tanto una sola molécula de agua como un vaso de precipitado lleno de agua. Es fácil olvidar la relación entre los símbolos con los que se representan reacciones, y las partículas que intervienen en ellas. En la gráfica 4 se ve un ejemplo de cómo puede imaginar la reacción descrita por la ecuación anterior. La reacción comienza con una mezcla de moléculas de H<sub>2</sub>

y  $O_2$  cada una formada por un par de átomos. En la reacción se producen moléculas de agua, que contienen dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

**Gráfica 4. Modelo mecánico de partículas en una reacción**



#### **4.6. DIFICULTADES CONCEPTUALES Y EPISTEMOLÓGICAS EN EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE DENSIDAD.**

Aun aceptando de antemano que el pensamiento humano no está determinado sino que es evolutivo y adaptativo, se pueden avanzar en algunos aspectos que la presente investigación pone de relieve, para facilitar la comprensión de algunas de las dificultades sobre el aprendizaje del concepto de densidad en sus distintos niveles.

Una primera característica ontológica de la cultura cotidiana surge cuando se plantea la relación entre la ciencia y la realidad. Más concretamente se observa cuando se presenta a los estudiantes qué significa para ellos la realidad externa. “Suele emerger una visión realista ingenua en la que se considera que cualquier hecho real es la imagen directa que detectan nuestros sentidos” (Pozo y Gómez, 1998). Es decir, para los alumnos la realidad del mundo natural coincide con las percepciones sensoriales del sujeto, que quedan registradas o impresas directamente en nuestra mente, sin tener en cuenta que dichas percepciones son “filtradas *a priori* por lo que ya existe en ella” (Johnstone y otros, 1994).

Se comprende así, que los alumnos pongan en duda la materialidad de aquellos estados de la materia que sean difícilmente perceptibles, como se verá más adelante, cuando se analicen tanto las dificultades macroscópicas como submicroscópicas que para ellos plantea el estudio de la densidad. Gran parte de las generalizaciones erróneas que cometen los estudiantes, se basarán en la aplicación de aquella visión realista ingenua que poseen sobre el mundo natural al nivel submicroscópico de descripción de la materia. Es decir, para ellos el mundo de los átomos, moléculas, redes iónicas, etcétera, es el mismo mundo microscópico de los materiales y las sustancias pero en diminuto.

No comprenden que existen distintos niveles de descripción de la materia en íntima relación: *el nivel macroscópico* de las sustancias con sus propiedades y cambios y, por otra parte, *el nivel submicroscópico* de aquellas mismas sustancias que la química modela basándose en átomos, iones o moléculas. Es con éstas últimas entidades elementales (que, dicho sea de paso, tienen sus propias propiedades e interacciones) con las que intentamos explicar unilateralmente la estructura de la materia para poder comprender el concepto de densidad.

Una segunda característica del pensamiento del estudiante se deriva de su integración en el medio social y cultural. Como ser social acepta las ideas que están asumidas en su cultura y, en particular, las transmitidas a través del lenguaje, cuyo significado forma parte de esa cultura cotidiana. A veces, estas ideas son aceptadas como evidencias de 'sentido común' a pesar de que han sido rebatidas por la ciencia hace siglos. Ello es síntoma de que la cultura científica todavía no ha llegado a integrarse en esa cultura popular.

En resumen, la percepción de cualquier fenómeno será filtrada ontológica y conceptualmente por el estudiante, basándose no sólo en su experiencia física, sino también en la cultura y lenguaje cotidianos. Este filtro conceptual de la percepción puede explicar muchas de las dificultades y obstáculos epistemológicos

comentados en la literatura (Llorens, 1994). Para algunos autores la existencia y persistencia de estas concepciones alternativas vendrían originadas por las formas de razonar (componentes epistemológica y metodológica del pensamiento) en el quehacer cotidiano. Esto es, estarían basadas en el uso de razonamientos espontáneos como la “metodología de la superficialidad” (Gil y otros, 1991) o el “causalismo simple” (Andersson, 1990).

“La metodología del sentido común o de la superficialidad se caracteriza por la rapidez en extraer conclusiones o generalizaciones a partir de unas pocas observaciones cualitativas poco rigurosas, o en aceptar como verdades absolutas evidencias de sentido común asumidas en la cultura cotidiana. Esta impulsabilidad en esta forma de pensar se opone a una concepción hipotética del conocimiento científico y a la reflexión necesarias para poner en cuestión las evidencias de sentido común. Muchas veces, esta impulsividad o falta de reflexión metodológica conduce, a la hora de explicar fenómenos naturales, a la búsqueda de soluciones basadas en *relaciones causales simples*, inspiradas en criterios poco rigurosos como, por ejemplo, la proximidad espacial, la concurrencia temporal o la semejanza entre el efecto y la causa” (Pozo y Gómez, 1998).

Entre las formas de razonamiento espontáneo que se han detectado durante la investigación monográfica, y que pueden actuar como barreras epistemológicas y metodológicas, destacan la *fijación* y la *reducción funcionales*. La fijación funcional consiste en el aprendizaje memorístico de relaciones (conceptos y reglas) que impiden la reflexión y el pensamiento creativo ante situaciones reconocidas por el sujeto cognitivo. Así, por ejemplo, cuando se pregunta a los estudiantes del “INEM” cuál sería la distribución espacial de las moléculas de una solución como una forma de concentración de la densidad, frecuentemente la deducen directamente a partir de la fórmula que define la relación entre la masa y el volumen. No se dan cuenta de que dichas moléculas se han de deducir a partir de su proximidad.

Otro tipo de razonamientos de “sentido común” es la reducción funcional (Viennot, 1996) que se presenta cuando en una situación problemática se tiene que analizar la influencia de varias variables (causas) sobre una función o variable dependiente (efecto). Es frecuente observar que el análisis se reduce a ver como influye una única variable en la función. Así, por ejemplo, esta reducción funcional se presenta cuando se considera que la entropía de un líquido solamente depende del volumen del sistema, sin tener en cuenta que también pueden influir en aquella función de estado la temperatura (Candel y otros, 1984).

Esta reducción funcional vendría a ser la falta de una destreza anterior a la de control de variables. Es decir, para poder efectuar un control de variables de las que depende una función es previo realizar el oportuno análisis funcional en el que se admite que varias causas (variables independientes) pueden actuar y producir un único efecto (variable dependiente o función). Por ejemplo, sabemos que la polaridad de las moléculas depende de dos variables: la geometría de la molécula y la polaridad de los enlaces entre cada átomo periférico y el central. Se ha observado que, en los estudiantes de química, se dan los dos tipos posibles de reduccionismos funcionales (el geométrico o el de los enlaces) cuando sólo consideran que influye una de las dos variables indicadas (Furió y Calatayud, 1996).

También es frecuente el uso de razonamientos en forma de secuencias lineales, basados en un análisis de contigüidad temporal o espacial, hecho paso a paso (causa-efecto) cuando, muchas veces, se requieren análisis holísticos de lo que ocurre en todo el sistema (argumentos sistémicos). Y para poder explicar el pensamiento discente espontáneo sobre el mundo natural, en general, hay que conocer las ideas de los alumnos sobre el fenómeno estudiado; luego hay que ir más allá. Es importante conocer también cómo ‘ven’ el fenómeno (componente ontológica de su pensamiento) y cómo relacionan éstas ideas al razonar (componente epistemológica y metodológica).

“La epistemología discente deberá considerarse como un cuerpo preteórico de conocimientos que podemos tomar como paradigmático en los estudiantes y que, por su puesto, hay que valorar positivamente. Se ha de tener en cuenta que el alumnado va a tener que construir los nuevos conocimientos a partir de los que ya posee” (Carretero y Limón, 1996).

#### **4.7. PRINCIPALES DIFICULTADES DE APRENDIZAJE EN LA NATURALEZA CORPUSCULAR DE LA DENSIDAD.**

Hay varios trabajos sobre las dificultades del concepto de densidad en los estudiantes, pero pocos son los que han organizado la literatura existente, como para poder influir en su comprensión. Siguiendo lo indicado por Gabel (1988), “las principales dificultades que se presentan en la comprensión del complejo mundo de la química pueden deberse a incomprendimientos en las interpretaciones macroscópicas y/o microscópicas de los fenómenos sobre la densidad y también, a la falta de relaciones entre estos dos niveles de interpretación. Esta doble interpretación del fenómeno, ha sido señalada por la bibliografía como fuente de obstáculos subyacentes en las dificultades que se presentan en secundaria y aún en la universidad”.

Así, por ejemplo, Barlet y otros. (1997) han mostrado los obstáculos ligados a la dualidad macro-micro en el aprendizaje, al tiempo que señalan como estos obstáculos están originados por la persistencia de concepciones de “sentido común” y a la ausencia de “conciencia submicroscópica”, en el sentido de que el alumnado no utiliza la teoría cinética de la materia en la interpretación de aspectos macroscópicos. Estas dificultades aumentan, como es lógico, en estudiantes de secundaria que inician sus estudios de química. Fensham (1992) indica que, después de enseñar la naturaleza corpuscular de la materia en cursos introductorios de química, el alumnado no sabe utilizarla, en particular cuándo han de aplicarla al explicar las propiedades de las soluciones.

En cuanto a las dificultades submicroscópicas sobre el modelo corpuscular que tienen los estudiantes, también han sido bastante investigadas. Hay que resaltar como se decía anteriormente, que en la enseñanza se da escasa importancia a razonar las propiedades físicas o químicas mediante el modelo de partículas de la materia (Duschl, 1995). En un reciente trabajo (Domínguez y otros, 1998) se presenta un resumen de las ideas alternativas al modelo cinético de la materia como el que sigue:

- Los estudiantes atribuyen comportamientos microscópicos a las partículas (como ya se ha dicho antes). Así, por ejemplo, consideran que las partículas de la materia se pueden fundir, evaporar, disolver, contraer, dilatar, tienen color, etcétera.
- Los estudiantes difícilmente aceptan la idea de que no exista “algo” entre las partículas. A veces, indican que entre las partículas de un gas hay aire.
- Coherentemente con el modelo corpuscular de sólido sin huecos abundan concepciones estáticas de la materia. Piensan que, habitualmente, las partículas están en reposo o, en todo caso, dejan de moverse cuando se enfrían.

#### **4.8. SOBRE EL CONCEPTO ESTRUCTURANTE DE SUSTANCIA.**

Hay otro gran grupo de obstáculos que pueden dificultar la comprensión del concepto de densidad, y son los relativos a los conceptos de *sustancia química* y *de compuesto químico*, que son prerequisites conceptuales necesarios para pasar después a conceptualizar cambio químico y poder diferenciarlo de cambio físico. Como indica Llorens (1994), los estudiantes que se inician en la química tienen “dificultades para adquirir el concepto de sustancia pura y su capacidad de conceptualización llegará, a la noción de material como toda aquella clase de materia caracterizada por algún rasgo relacionado con su utilidad, es decir, no es

de extrañar que agua y hielo, o el aluminio de una pieza y el aluminio en polvo, se consideren como sustancias distintas.

La cuestión radica fundamentalmente en que la enseñanza no tiene en cuenta los significados que los alumnos dan a estas palabras, significados que son hegemónicos en su contexto cultural. Así por ejemplo, el *concepto macroscópico de sustancia química* que emplean los estudiantes es sinónimo del de material. La enseñanza de la química hace muy poco por establecer las diferencias macroscópicas entre lo que es una sustancia y cualquier material o producto observable (papel, tiza, lápiz, etcétera) que, en general, representa para el químico mezclas de sustancias.

“En la vida corriente, todos los materiales, productos o sustancias son considerados como mezclas de elementos. De ahí se deriva que los elementos, últimos componentes de cualquier material, para el alumnado sean, las sustancias puras” (Pozo y Gómez, 1998). Esta visión ontológica de la materia tiene grandes similitudes con la asumida por la filosofía natural griega, a los cuatro elementos terrestres (tierra, agua, aire y fuego) que se les daba connotaciones metafísicas y, por tanto, no tenían existencia real. Esto es, los elementos eran considerados sustancias abstractas que representaban materialmente a una o dos propiedades (Solsona e Izquierdo, 1998). Actualmente, los estudiantes y la enseñanza relativizan el concepto de sustancia y dan mayor importancia a la clasificación de los materiales en mezclas más o menos íntimas. Parece que prevalezca como problema estructurante el de las mezclas en cuya clasificación (homogéneas y heterogéneas) se usa como criterio el de la percepción u observación.

También se plantea un problema sobre el reconocimiento o caracterización de los materiales (mezclas), en donde emplean algunas de las propiedades cualitativas observables que les resulten más relevantes (color, olor, sabor, origen natural o artificial, utilidad, etc.). “En este contexto se ha señalado que los estudiantes suelen emplear explicaciones sustancializadoras de las propiedades (semejantes a las que

se dieron a lo largo de la historia), atribuyendo a esta causa las dificultades que tienen para diferenciar entre los conceptos de mezcla y compuesto” (Sanmartí, 1990; Sanmartí e Izquierdo 1995).

“Los alumnos consideran al material o a la sustancia como ‘portadora’ de propiedades específicas perceptibles, utilizando como criterio para saber si un cambio se conserva o no el material, lo que ocurre con la propiedad específica en la que se han fijado. Así por ejemplo, se puede comprender que al añadir ácido nítrico a un hilo rojo de cobre y preguntar qué ha pasado con el cobre, indiquen que está en los gases rojizos que se desprenden en el proceso. Es decir, estos alumnos son conservativos de la propiedad de ‘color rojo’ que atribuyen específicamente al cobre y, por ello, hacen un seguimiento fijándose en que producto tiene la propiedad que permite caracterizar al cobre”. (Sanmartí, 1990).

## 5. DISEÑO TEÓRICO

### 5.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los alumnos del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín del grado décimo, presentan evidencias sobre las dificultades de algunos conceptos claves en química, sobre la base de los temas tratados en el programa de recuperación y profundización. Por esta razón, este trabajo pretende desde la práctica educativa, enseñanza y aprendizaje de la didáctica, responder a los interrogantes: ¿De qué manera se puede promover el interés de los alumnos y como desarrollar la capacidad de comprensión por los conceptos esenciales de la química como masa, peso, volumen, densidad? y ¿Qué métodos o estrategias utilizan para aprender éstos?

Por lo anterior se trazaron varios de los objetivos esenciales para la presente investigación y es el de saber ¿Cómo cambian las estructuras conceptuales de los alumnos sobre los conceptos básicos de la química en el transcurso del desarrollo de la practica profesional II?. ¿Qué aspectos de la personalidad pueden influir en ellos? ¿Qué incidencia tiene la institución y estructura académica en logro del aprendizaje de los mismos? ¿Qué mecanismos y barreras cognoscitivas facilitan o dificultan esa evolución? ¿Cómo influyen en la evolución conceptual “natural” e

“inducida” las interacciones sociales y otros factores ambientales influyentes en el proceso enseñanza-aprendizaje?.

Las nociones de masa, volumen y densidad, no por básicas dejan de ser problemáticas en los primeros cursos de educación secundaria. Tanto por su edad como por haberlos estudiados en cursos anteriores, los alumnos deberían diferenciar y usar de forma correcta los conceptos de los que aquí nos ocuparemos. Sin embargo, diversos estudios (Hewson y Hewson 1983, Shaver y Adey 1981, Fernández Fernández 1985, 1987, Enoch y Gabel 1984) ponen de manifiesto que tanto alumnos de secundaria, como estudiantes de magisterio, las nociones de masa y volumen aún no han sido completamente diferenciadas por los estudiantes, poniéndose de manifiesto asimismo, la existencia de deficiencias en las representaciones y uso del concepto de densidad. Dos podrían ser las hipótesis que cabría mezclar para explicar este hecho:

**5.1.1. Hipótesis uno.** Basándose en sus propias investigaciones, Piaget e Inhelder (1971) sostienen que la distinción y relación de las propiedades generales de la materia, -sustancialidad, masa y volumen-, son una conquista del desarrollo intelectual. Una vez diferenciadas estas nociones, es posible comprender las diferencias de los cuerpos por su densidad y establecer la relación directa de la masa y el volumen como una relación constante y característica de cada clase de material. Así podrían explicarse las dificultades de los alumnos en la diferenciación de estos conceptos en el caso de que no hubiesen completado aún su desarrollo intelectual o que poseyesen insuficiencias en el manejo de las operaciones formales.

“Investigaciones más recientes han mostrado que las estructuras lógicas que utilizan los estudiantes dependen en gran medida del contexto de la tarea, poniendo así en cuestión la tesis clásica piagetana de que es la complejidad de las relaciones lógicas de una tarea y no su contenido el que marca su dificultad” (Pozo y Carretero 1986).

**5.1.2 Hipótesis dos.** Las investigaciones de la última década respecto a las interpretaciones que los alumnos dan a numerosos fenómenos naturales ponen de manifiesto que los alumnos tienen ideas, formadas por sus experiencias personales o lingüístico-verbales (Driver y Erickson 1983), que la enseñanza no logra cambiar por las que son aceptables desde el punto de vista científico.

Estas investigaciones parecen sugerir, (Driver 1986, Osborne y Wittrock 1985) que las causas de la persistencia de éstas ideas y las consiguientes dificultades en el aprendizaje de conocimientos científicos, mas que en la ausencia de mecanismos operatorios formales, habría que buscarlas en la influencia que tienen los significados construidos por el individuo a lo largo de su vida acerca de su entorno, estructurados en un sistema más o menos coherente de conceptos, con los que trata de encontrarle sentido a sus experiencias.

En esta línea de pensamiento, Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), fundándose en los trabajos de autoridades como Toulmin (1972), Khun (1971), etc., han sugerido la necesidad de enfocar el aprendizaje de las ciencias como un “cambio conceptual” similar al producido en los científicos cuando unas ideas son sustituidas por otras más elaboradas, identificando las condiciones que deben darse para que tenga lugar el cambio conceptual.

Por otra parte, Gil y Carrascosa (1985), como una consecuencia más del paralelismo existente entre la evolución histórica de la Ciencia y la formación de las concepciones intuitivas de los alumnos, llegan a la conclusión de que la principal dificultad para la adquisición de conocimientos científicos no reside en la existencia de preconceptos o esquemas conceptuales previos sino en la metodología que está en su origen. Esta “metodología de la superficialidad” (Carrascosa y Gil 1985), “corresponde, como ha mostrado Piaget (1971), a las formas de reflexión y actuación cotidianas del niño que la forma habitual de enseñanza en las escuelas lejos de combatir, estimula” (Gil 1985).

El modelo didáctico que parece seguirse de estas investigaciones debería en opinión de los autores anteriores, enfocar el aprendizaje de las ciencias como “cambio conceptual” y metodológico” (Gil y Carrascosa 1985, Haswed 1986).

Consideramos los proponentes de éste trabajo, que el factor que más puede influir en la indiferenciación de las nociones de masa (peso), volumen y densidad, es el de la enseñanza inadecuada que no tiene en cuenta las ideas espontáneas e intuitivas de los alumnos, ni trata de superar la metodología habitual con que el alumno interpreta la realidad. Aunque no se descarte la incidencia que el dominio de ciertas operaciones de razonamiento, como el pensamiento proporcional, puede tener en el aprendizaje de nociones como densidad.

De acuerdo a lo analizado hasta aquí, se derivarían las siguientes consecuencias: Los alumnos del “INEM” de décimo grado, que han recibido enseñanza basadas fundamentalmente en estrategias de transmisión verbal de conocimientos que no tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos, no diferenciarán suficientemente los conceptos de masa, peso, volumen y en consecuencia, presentarán dificultades en la comprensión y aplicación de la noción de densidad.

El análisis de las evaluaciones (diagnósticos) de entrada indicó que aquellos contenidos que se enseñan sobre el tema de la densidad no fueron incorporados por los estudiantes bajo el doble aspecto requerido: comprensión de procesos por un lado, y aplicación a situaciones problemáticas por otro. Es decir, que la mayoría de los alumnos del grado 10°, muestran conocimientos fragmentados e incorporados en forma memorística. Esto lleva a que un significativo porcentaje no logre rendimientos satisfactorios; los aprendizajes que se requieren para ello suponen un desempeño idóneo que les resulta difícil alcanzar en sus respectivos logros en química.

Esta situación trató de corregirse con diferentes estrategias didácticas. Entre las primeras se hicieron modificaciones en la secuenciación de contenidos e incorporación de ejercitaciones en la guía de problemas, que exigían una elaboración conceptual mayor. Como los resultados, medidos a través de los

exámenes parciales y de evaluaciones diagnósticas, no mostraron una correspondencia positiva con las modificaciones implementadas, se incorporó a las clases el desarrollo de demostraciones y actividades teóricas, basadas en el modelo teórico de partículas para explicar el concepto de densidad. Posteriormente se decidió enfatizar en el desarrollo del curso, del programa de refuerzo, la integración de los tres niveles conceptuales de la química mencionados por Johnstone, 1991) y Gabel (1993): submicroscópico, macroscópico y simbólico.

Como los únicos recursos didácticos que, por ahora, se cuentan para enseñar la materia son la tiza, el pizarrón, y habilidad e imaginación de los docentes en formación, en no pocas situaciones se buscó la integración de dichos niveles a través de un uso más frecuente del modelo de partículas, para mejorar la comprensión de los temas. Como se sabe, la utilización de éste, permite vincular de una manera sencilla y comprensible para los alumnos, la estructura a nivel submicroscópico de los sistemas materiales con su comportamiento macroscópico.

Además, el modelo de partículas tiene la ductilidad suficiente para ir “afinándolo”, a medida que se avanza en la conceptualización, en la explicación de características e interacciones de esas partículas (átomos, moléculas, iones) y en los cambios por ellas experimentados. Dicho modelo fue aplicado en el curso del grado 10°, para lograr una mejor comprensión de las propiedades macroscópicas, de los cambios de estado y cambios químicos a partir del comportamiento submicroscópico de los sistemas. Siempre se hizo en forma articulada con los lenguajes simbólico y algorítmico clásicos, tratando de diferenciar claramente en las explicaciones cada uno de los niveles de análisis utilizados. Con esto se buscaba evitar el problema señalado por Gabel (1999): “como los docentes se mueven inadvertidamente de uno a otro nivel en sus clases, los alumnos fracasan en la integración entre estos niveles”.

¿De qué manera se puede promover el interés de los alumnos y como desarrollar la capacidad de comprensión de los conceptos señalados, a través de la teoría constructivista del cambio conceptual?. Con la química en la educación secundaria

se intenta que los alumnos comprendan y analicen las propiedades y transformaciones de la materia. Para ello, tienen que enfrentarse a un gran número de leyes y conceptos nuevos fuertemente abstractos, necesitan establecer conexiones entre éstos y entre los fenómenos estudiados; utilizando un lenguaje altamente simbólico y formalizado junto a modelos de representación analógicos que ayuden a la representación de lo no observable.

En la Educación Secundaria Obligatoria “ESO”, se materializa con la introducción de conceptos como átomo, molécula y modelos que ayudan a interpretar las propiedades y cambios de la materia, como por ejemplo, el modelo cinético-molecular. Pero en el bachillerato esta situación llega más lejos, el alumno que se supone que domina y maneja todo lo aprendido, a partir de los conceptos y modelos anteriores de por sí fuertemente abstractos, debe abstraer nuevos conceptos (por ejemplo, cantidad de sustancia, densidad, fuerzas intermoleculares, mol, etc.) que son necesarios para comprender las teorías que se introducen.

Por todo lo anterior, se puede deducir, que la química presenta un gran nivel de abstracción; estudiar química en la ESO representa la abstracción sobre la abstracción. Y además, para enfrentarse a todo esto, el alumno se encuentra con las limitaciones ontológicas, epistemológicas y conceptuales.

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **6.1. DIAGNÓSTICO COGNOSCITIVO DE ENTRADA.**

La detección de las ideas de los estudiantes con relación al concepto de densidad y su composición a nivel macroscópico, se realizó a través de una prueba diagnóstica escrita, dirigida a una muestra de un total de 40 alumnos del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín en el grado 10° del núcleo común a todas las áreas en química. Se aplicó el cuestionario N° 3 (ver anexo 4) que consta de diez preguntas de selección múltiple, todas ellas de características cerradas; que tenían por objeto conocer las concepciones iniciales sobre el concepto de densidad.

La decisión de incluir únicamente, las preguntas cerradas y opción múltiple, se debió a los pocos resultados obtenidos en un trabajo previo con alumnos de décimo grado, debido a que no relacionaban correctamente los conceptos de masa y volumen en el tema de las disoluciones a nivel submicroscópico y simbólico respectivamente para determinar la densidad. Además, se incluyó la contestación “No lo sé” para tratar de eliminar la aleatoriedad de las respuestas.

Con relación al estudio de las concepciones de los alumnos respecto al concepto de densidad en temas sobre sistemas sólidos y líquidos, propusimos tres tipos de preguntas cerradas sobre: masa (núm. 1, 4, 7), volumen (núm. 2, 5) y densidad

(núm. 3, 6, 8, 9, 10). En ellas se procuró introducir ejemplos de la vida cotidiana con el fin de averiguar si los alumnos hacen distinción entre los tres. Véase tabla 3

**Tabla 3. Diagnóstico cognoscitivo de entrada**

N° PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
% RESPUESTAS CORRECTAS	87.5	77.5	67.5	37.5	57.5	27.5	77.5	80.0	20.0	55.0
% RESPUESTAS INCORRECTAS	2.5	10	10	62.5	25	57.5	40	15	55	35
% RESPUESTAS NO LO SÉ	7.5	12.5	22.5	0.0	17.5	15	10.0	5.0	20.0	10

### 6.1.1. Análisis de resultados I

La tabla 4 muestra los porcentajes de alumnos que no dan respuestas correctas en relación con los conceptos implicados en cada una de las preguntas 4, 6 y 9 del cuestionario N° 3. Encontramos que:

Un 62.5% de los alumnos encuestados muestran confusión en el concepto sobre masa y un 57.5% con respecto a la densidad; es decir, al tratar de establecer ambas relaciones entran en contradicción, pues confunden la masa que hace referencia a la cantidad de materia y que implica un peso con la densidad que es una forma de determinar la concentración o como aquella cantidad de materia presente en un volumen dado de sustancia. Pareciera que aún persistiera la concepción alternativa de asociar o considerar la masa como igual al peso.

Con respecto a la pregunta No. 9, 55% de los alumnos no distinguen adecuadamente cada una de las sustancias o componentes de una disolución, pues confunden soluto con solvente. Como consecuencia de esto los estudiantes no infieren los conceptos diluido y concentrado para expresar la concentración de una solución en forma cualitativa.

Otra relación interesante encontrada es densidad y masa. El orden que proponen algunos alumnos para que una determinada sustancia sea más o menos sólida, podría estar relacionada con la densidad: "Porque cada material tiene (pregunta 4) una igual densidad, ya que si tiene igual peso en iguales dimensiones por unidad de volúmen, esto determinará la densidad".

Las ideas erróneas expresadas por los alumnos van apuntadas hacia la siguiente dirección: el desconocimiento de los tipos de partículas que componen las sustancias, que podría encontrar justificación en el desconocimiento del modelo atómico molecular. Es decir, no son capaces de relacionar propiedades físicas macroscópicas de la materia con el mundo submicroscópico, cuando se les hace preguntas de forma espontánea.

La incorporación de ideas macroscópicas para explicar el mundo submicroscópico puede ser interpretado como intentos de éstos por buscar conexiones con sus esquemas conceptuales, con la intención de establecer un puente entre dos mundos distintos.

Diversos estudios (Hewson y Hewson 1983, Shayer y Adey 1981, Fernández Fernández 1985, 1987, Enoch y Gabel 1984) ponen de manifiesto que tanto en alumnos de secundaria, de diferentes culturas y países, como en estudiantes de Magisterio, las nociones de la masa y volumen aún no han sido completamente diferenciadas por todos los individuos, poniéndose de manifiesto asimismo, la existencia de deficiencias en las representaciones y uso del concepto de densidad.

## **6.2. DIAGNÓSTICO COGNOSCITIVO DE SALIDA.**

Con este diagnóstico se pretende evidenciar, si hubo realmente un cambio conceptual sobre los conceptos básicos erróneos señalados inicialmente en el análisis diagnóstico de entrada, es decir, La detección de las ideas de los estudiantes con relación al concepto de densidad y su composición a nivel macroscópico y submicroscópico. Se realizó a la misma muestra de 40 alumnos del “INEM” José Félix de Restrepo-Medellín en el grado 10° del núcleo común a todas las áreas en química.

Se aplicó el cuestionario N° 4 (Ver anexo 5) que consta de 16 preguntas de selección múltiple, todas ellas de características cerradas. El cuestionario se elaboró con base al modelo de partículas, que es utilizado para interpretar el comportamiento macroscópico en el nivel submicroscópico de diferentes sistemas (materiales, gaseosos y disoluciones).

**Tabla 4. Diagnóstico cognoscitivo de salida**

N°PREGUNTA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
% RESPUESTAS CORRECTAS	77	46	69	64	33 (67)	0	73	70	57	78	46	41	51	38	63	46
% RESPUESTAS INCORRECTAS	18	49	28	33	19	92	22	6	18	10	21	33	26	41	30	21
% RESPUESTAS NO LO SÉ	5	5	3	3	48	8	5	24	25	12	33	26	23	21	7	33

### 6.2.1. Análisis de resultados II

La tabla 5 muestra los porcentajes de alumnos que no lograron dar respuestas correctas con relación a si hubo o no cambio conceptual en los conceptos implicados para cada una de las preguntas 2, 5, 6, 11, 12, 14 y 16 del cuestionario N° 4. Encontramos que:

El 47% de los alumnos no tienen aún claro el concepto de masa con relación a un volumen de líquido que la contenga, para una propiedad macroscópica. Consideran que la masa del grafito es mayor por que no flota o pesa más.

Un 33% (pregunta N° 5) de los alumnos no fueron capaces de decir el estado o el nombre que representaba el modelo de partículas para cada uno de los tres estados de la materia; aunque el 67% de ellos si lograron hacer la representación del modelo, lo que se corrobora con el acierto de la pregunta N° 4 (64%), donde se pretendía articular, para una propiedad macroscópica como la densidad, los niveles macro y submicroscópico de explicación.

En la pregunta N° 6 no contestaron correctamente. Allí estaban representados los tres estados de la materia. Con la inclusión de los esquemas (c) y (e) se pretendía, además, que los alumnos interpretaran que (c) es un sistema heterogéneo sólido debido a que la falta de regularidad en la distribución de sus partículas hace que las propiedades intensivas (densidades) no sean iguales en todos sus puntos; lo contrario ocurre en ( e), donde la regularidad en la distribución permite clasificarlo como un sistema homogéneo sólido.

Con un 46% y 41% ( preguntas N° 11, N° 12) de respuestas no acertadas se pretendía que vincularan una propiedad macroscópica, la presión parcial, y dos formas de expresión de la concentración de un gas, con el número de partículas presentes en los sistemas dados. Esto permite el trabajo con aspectos cuantitativos.

Con un 38%, 45% para las preguntas N°14 y N°16 no acertadas respectivamente, se pretendió relacionar una característica de las disoluciones, su concentración, con la composición submicroscópica de las mismas. Es interesante la pregunta N°15, porque (63%) ilustró claramente la forma correcta en los alumnos de lo que es el concepto de densidad.

## 7. CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

Se presenta a continuación las fases que se tuvieron en cuenta para lograr el plan de acción y cronograma de trabajo (ver anexo 1) así:

- Fase de sensibilización.
- Fase de diseño preliminar del proceso de investigación.
- Fase de comunicación y convocatoria.
- Elaboración de un pre-diagnóstico.
- Socialización del prediagnóstico.
- Consulta con expertos.
- Ajustes al proyecto.
- Diseño y ejecución de estrategias de investigación.
- Socialización de los resultados obtenidos.
- Elaboración del informe final.

### 7.1. RECURSOS Y PRESUPUESTOS.

- **Talento humano:** Investigadores, asesores del proyecto y expertos.
- **Materiales:** Instalaciones del “INEM” y Universidad de Antioquia. Equipos como computador, fotocopidora, cámara fotográfica; útiles de escritorio (cintas, lápices, borradores, papelería, etc.)
- **Financieros:** transporte, impresiones (fotocopias), acetatos, etc.
- **Bibliográficos:** Compra de libros y documentos, etc.

## 8. RESULTADOS ALCANZADOS

Aun cuando los resultados anteriores se han obtenido con una pequeña muestra de población (40 alumnos), sería necesario ampliar la experiencia con nuevos grupos para contrastar más rigurosamente las hipótesis; podemos concluir que:

Los resultados arrojados por el diagnóstico actitudinal, orientados a establecer el nivel de interés por la química, fueron en términos generales positivos, aunque no se desconocen una serie de opiniones desfavorables. Si los factores motivacionales de los alumnos no se tienen en cuenta, resultará muy difícil que modifiquen sus ideas previas.

Un porcentaje elevado (62.5%) de los alumnos que asistieron a las actividades de refuerzo y profundización muestran dificultades en la diferenciación de las nociones de masa así como la identificación de la densidad (57.5%) y en la aplicación de la misma como una propiedad característica de cada clase de material, registrándose los mayores porcentajes de respuestas incorrectas con relación a ésta.

Los resultados obtenidos en las evaluaciones diagnósticas de entrada llevaron al planteo de la hipótesis de que las respuestas poco satisfactorias se deberían a que los alumnos desarrollan habilidades para resolver con relativo éxito situaciones problemáticas usando algoritmos memorizados, pero sin la real comprensión de los

conceptos químicos involucrados, tal como han hecho notar diferentes autores (Nurrenberm y Pickering, 1987; Gendell, 1987; Nakhleh y Mitchell, 1993).

En este trabajo se ha hecho una revisión de las dificultades conceptuales y epistemológicas de los estudiantes sobre los conceptos básicos (masa, peso, volumen y densidad) cuya superación es necesaria para poder interpretar adecuadamente los procesos químicos. Hemos separado estas dificultades según pertenecieran al ámbito de descripción macroscópica de la materia o a su interpretación microscópica.

La enseñanza de la Química se preocupa en exceso de los aspectos macro y simbólico, olvidando los aspectos micro, que se pretenden explicar. Por otra parte, no conviene superponer ambos niveles de interpretación sobre procesos químicos para que permitan una mejor relación y comprensión en los alumnos.

Un factor que puede influir en la indiferenciación de las nociones de masa, peso, volumen y densidad, es el de una enseñanza inadecuada que no tiene en cuenta las ideas espontáneas e intuitivas de los alumnos, ni trata de superar la metodología habitual con que el alumno interpreta la realidad.

Los alumnos que han seguido un plan de instrucción cuya estrategia de aprendizaje se basó en la consideración de sus ideas previas y un enfoque de cambio conceptual y metodológico, basados en un modelo de partículas, consiguieron modificaciones de sus ideas después de la instrucción, en porcentajes significativamente mejores a los alumnos que siguen estrategias de transmisión verbal, algorítmicas y memorísticas.

La aplicación del modelo de partículas creó en los alumnos “conciencia” microscópica en el sentido de que éstos le dan una primera identidad a las partículas, representando adecuadamente los estados de agregación de la materia.

No obstante persisten errores cuando se aplica el concepto de densidad en soluciones, diferencias que se mantienen cuatro meses después de recibidas las instrucciones. Lo que demuestra la necesidad de profundizar en la búsqueda de soluciones adecuadas para superar éstas dificultades.

Estos resultados se suman así a los obtenidos por otros autores que han empleado estrategias similares de aprendizaje para la enseñanza de estos conceptos (Hewson y Hewson 1983).

## 9. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Como bien indica Ausubel en su manual clásico sobre psicología cognitiva (Ausubel, 1976 Psicopedagogía Educativa), es muy importante que el profesorado conozca cuáles son las ideas de los estudiantes sobre la temática que se intenta que aprendan para 'enseñarles en consecuencia'. Los avances logrados por la didáctica de las Ciencias como cuerpo teórico de conocimientos están mostrando que no sólo conviene conocer las ideas de los alumnos sino también hay que saber cómo razonan y aprenden para poder ayudarles a construir los conocimientos químicos.

Los estudiantes tienen las mayores dificultades con la abstracta e inobservable base particular de la química y la forma en la que los químicos y los educadores químicos se mueven entre la representación macroscópica, submicroscópica y simbólica de los procesos y las sustancias químicas. En este sentido, recomendamos al lector una serie de tres trabajos de Jensen (1998) en los que asigna una estructura lógica a la química, al discurrir en tres niveles: el nivel molar, el nivel molecular y el nivel electrónico, y nos da un enfoque histórico muy adecuado para organizar los actuales conceptos y modelos de la química.

### 9.1. IMPLICACIONES EDUCATIVAS.

Las implicaciones educativas de ésta teoría del cambio conceptual señaladas por los propios autores, Khun, Lakatos, Posner, Strike y Ransanz, se resumen en cuatro condiciones:

- ❖ insatisfacción,
- ❖ inteligibilidad,
- ❖ verosimilitud y
- ❖ Provecho.

Éstas representarían los cuatro pasos que debe lograr un profesor para transformar una idea previa estudiantil en un concepto científico, un cambio que los estudiantes se resisten a realizar hasta que se encuentran insatisfechos con sus conceptos vigentes y encuentran una alternativa inteligible y verosímil que parece provechosa para proseguir con la investigación.

Si los estudiantes las toman en serio, las anomalías aportan la clase de conflicto cognitivo (similar al estado kuhniano de “crisis”) que los prepara para una acomodación. Cuanto más seria consideren los estudiantes a la anomalía, más insatisfechos se encontrarán con sus conceptos vigentes, y más preparados estarán, para acomodar los nuevos conceptos. Así, el profesor debe retar las concepciones de los estudiantes, debe aportar anomalías que inicien tal conflicto cognitivo.

El contenido de los cursos de química debe ser tal que haga las teorías científicas inteligibles, verosímiles y provechosas, para lo cual aparecen como necesarias las siguientes concepciones:

- Debe darse mayor énfasis a la asimilación y acomodación por los estudiantes que a la simple “carga” de contenidos;
- Deben incluirse “anomalías retrospectivas” si algunas de las anomalías históricas son difíciles de comprender;
- Debe enseñarse a los estudiantes la suficiente teoría observacional, de forma que puedan comprender las anomalías seleccionadas;

- Debe usarse cualquier metáfora, modelo o analogía disponible que haga a la nueva concepción más inteligible y verosímil.

Los autores conciben una serie de estrategias didácticas adecuadas a esta teoría de cambio conceptual. Como tales citaremos:

- Desarrollar lecturas, demostraciones, problemas y experimentos de laboratorio que puedan emplearse para crear conflictos cognitivos en los estudiantes;
- Organizar la instrucción de forma que los profesores puedan pasar una parte importante de su tiempo diagnosticando los errores del pensamiento de sus estudiantes e identificando las acciones utilizadas por los mismos para resistir la acomodación;
- Ayudar a los estudiantes a dar sentido al contenido científico, representando para ello este contenido anomalías en múltiples formas (por ejemplo oral, matemática, concreta-práctica y plástica) y ayudando a los estudiantes a traducir de un tipo de representación a otro;
- Desarrollar técnicas de evaluación que ayuden a los profesores a seguir los procesos de cambio conceptual en los estudiantes.

Finalmente, el profesor debería elaborar sus propios instrumentos o técnicas (ver anexo 7) para identificar y evaluar las ideas de sus alumnos así:

- La elaboración de cuestionarios cerrados de elección múltiple sobre aspectos específicos, potencialmente conflictivos, en los que se suelen combinar lo gráfico y lo verbal.

- Diseño de pequeños problemas abiertos vinculados a la experiencia cotidiana del alumno, en los que han de explicar por qué sucede un determinado fenómeno.
- Elaboración de problemas sobre aspectos concretos de los contenidos que se van a enseñar, potencialmente problemáticos para la comprensión del alumno.
- Elaboración de mapas conceptuales.
- Realización de pequeñas entrevistas individuales, a grupos pequeños de alumnos o colectivas, en las que el profesor / investigador dirige la atención de los estudiantes hacia aquellos aspectos en los que previsiblemente se pueden detectar ideas alternativas al punto de vista científico.
- Observación directa de un fenómeno en el laboratorio y responder a preguntas formuladas por el profesor / investigador sobre aspectos concretos.
- El profesor puede diseñar actividades en las que pueden combinarse y / o utilizarse para ser trabajadas también en pequeños grupos o la totalidad de la clase. Por ejemplo, contestar individualmente un cuestionario de elección múltiple, trabajar en pequeños grupos un par de problemas relacionados con el fenómeno estudiado y su experiencia cotidiana y discutir las respuestas en voz alta con el resto de los miembros de la clase bajo la dirección del profesor.

En definitiva, este enfoque de Cambio Conceptual constructivista supone un avance importante en el conocimiento sobre la comprensión de los conocimientos científicos de los estudiantes y, en general, de los sujetos escasos de conocimiento; pero

ponerlo en práctica en el aula de una manera coherente exige un notable esfuerzo por parte del profesor y una comprensión y una selección reducida.

## 10. CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expuesto hasta aquí, presentamos algunas conclusiones derivadas de éste trabajo:

Creemos que nuestros resultados pueden considerarse como indicios de que empleando una estrategia de aprendizaje con un enfoque de cambio conceptual y metodológico, basada en la consideración de las ideas previas de los estudiantes mediante la explicación de un modelo de partículas, se pueden conseguir que un mayor porcentaje de los mismos superen las dificultades inherentes a la diferenciación de las nociones implicadas en esta investigación.

El aprendizaje por las nociones básicas en química sería incompleto si no tuviera en cuenta las motivaciones, los intereses y las vivencias de las personas. Los grandes fines educativos quedan en pura retórica si la adquisición de conceptos no se acompaña del desarrollo de los aspectos afectivos relativos al individuo y a su entorno, pues son dichos aspectos los que van a condicionar los valores e intereses de los mismos en su interacción con la realidad circundante.

El enfoque que se da sobre la naturaleza de las actitudes hacia la química puede ser entonces establecido como cognoscitivo, motivacional y actuacional, ya que se incluyen relaciones del alumno con objetos a cierto nivel conceptual, como también que las actitudes no son asuntos neutrales de las emociones de los estudiantes; también es actuacional por que los únicos datos posibles de los que pueden inferirse

actitudes como conductas verbales o no verbales. (Revista actualidad educativa, 1996 p. 26-29).

## 11. BIBLIOGRAFÍA

ARCIERI, Roberto. Elementos para Elaborar la Monografía. Práctica profesional II. 2002-2. pp. 1-2.

AUSUBEL, D. 1976. Psicología Educativa. Un punto de vista Cognitivo. Ed. Trillas. México.

BENARROCH, A. 2000. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 18, No. 2, pp. 235-246.

BERMUDEZ DE HENAO, Ligia; GÓMEZ, Z. Olga y TOBÓN, M. Ofelia. Guía para la presentación de trabajos escritos. Resumen y adaptación de las normas del Icontec: Sistemas de Bibliotecas Universidad de Antioquia. Abril 2001. p. 34.

BORSESE, A. LUMBACA, P. y PENTIMALLI, R. 1996. Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 14, No. 1, pp. 15-24.

BULLEJOS, J. y SAMPEDRO, C. 1990. Diferenciación de los conceptos de masa, volumen y densidad en los alumnos de BUP, mediante estrategias de cambio conceptual y metodológico: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 8, No. 1, pp. 31-36.

BURGOS DE ORTÍZ, Myriam y ORTIZ, G. Luis Augusto. Investigaciones y trabajos de grado. Diseñe, elabore y presente sus informes de investigación: Ed. N-textos, 1ª. ed, 2001. p.158.

CAMPANARIO, J. M., y MOYA, A. 1999. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 17, No. 2, pp. 179-189.

CANDELA, M. Maria Antonia. Investigación y desarrollo en la enseñanza de las ciencias naturales: Departamento de Investigaciones Educativas, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Revista Mexicana de Física 37 No. 3, 1991. p. 512-530. E-mail: [llastres@cbc.uba.ar](mailto:llastres@cbc.uba.ar).

CARRETERO, Mario y LIMÓN, Margarita. Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?. 3 ed. Madrid: Ediciones Morata S,L. Colección, Pedagogía Manuales, 2000. p. 149-204.

CASTILLO, M, E. 1995. Conceptos de materia, gas y solución. Tesis de Maestría. Departamento de Química. U.P.N.

CASTILLO, M, E. 1995. Esquemas conceptuales que poseen los alumnos en relación con enlace químico. Tesis de Maestría. Departamento de Química. U.P.N. ¿Cómo se Establece El Propósito De Los Objetivos De Aprendizaje? <http://www.eduteka.org/ListaVerbos.php3>.

De ideas previas y enseñanza de la química: <http://www.unimoron.edu.ar>

DE MORAN, J. A, DE BULLAUDE. M.E.G. DE ZAMORA, M.M.K. 1995. Motivación hacia la química: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 13. No. 1, pp. 66-71.

ENCICLOPEDIA PRÁCTICA DE PEDAGOGÍA. Técnicas pedagógicas. Vol. I y IV. Planeta, S.A., España. 1988.

FERNÁNDEZ, J. M., TRIGUEROS, T. y GORDO, L. 1988. Ideas sobre los cambios de estado de agregación y las disoluciones en alumnos del 2º curso del BUP: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 6. No. 1, pp. 42-46.

FURIÓ, Carlos, FURIÓ, Cristina. Dificultades Conceptuales y Epistemológicas en el Aprendizaje de los Procesos Químicos. Educación química. Vol. 11, No. 3. Julio de 2002. pp. 300-304.

GALLEGO, R y PÉREZ, R. 1995. La química como ciencia: Una perspectiva constructivista. No 1 Vol. 5. Mayo-Octubre.

GARRITZ, R. Andoni. Veinte años de la teoría del cambio conceptual: Revista Educación Química 12[3]. Julio 2001. p. 123-126.

LAKATOS, L. 1978. La metodología de los programas de investigación científica. Edit. Alianza. España.

M.C. ANGELINI, E. BAUMGARTNER, D. GUERRIEN, L. LANDAU, L. LASTRES, M. ROVERANO, M. SILEO, N. TORRES, I. VAZQUEZ: Grupo Enseñanza de la Química. "Estrategia didáctica para vincular distintos niveles de conceptualización. Estudio de un caso (Parte 1)". Investigación Educativa. Julio de 2001. pp. 149-157.

MARTÍN DEL POZO, R. 2001. Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 19, No. 2, pp. 199-215.

Más sobre ideas previas y enseñanza de la química: <http://www.unimoron.edu.ar>

MONDELO, A., GARCÍA, S., MARTÍNEZ, C. 1994. Materia Inerte / Materia Viva. ¿Tienen ambas constitución atómica?. Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 12, No. 2, pp. 226-233.

MORENO MARIMÓN, M. 1986. Ciencia y construcción del pensamiento: Enseñanza de las Ciencias. 4(1), Pp. 57-63.

MOSTERÍN, J. 1978. La estructura de los conceptos científicos. Investigación y Ciencia. No 16.

OROZCO CRUZ, J. 1998. ¿Un estatuto epistemológico de la química? Revista Educación y Pedagogía. No 21. Vol. 8. Mayo-Agosto.

PÉREZ, R., y GALLEGO, R. 1994. Corrientes Constructivistas “De los mapas Conceptuales a la Teoría de la Transformación Intelectual”. Colombiana Nueva Ltda. Colombia.

PORLAN, R. 1987 Investigación en la Escuela. “El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, para enseñar”. No. 1.

POZO, M. Juan Ignacio y GÓMEZ, C. Miguel Ángel. Aprender y enseñar ciencia, del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. 3 ed. Madrid: Ediciones Morata S, L. Colección, Pedagogía Manuales, 2000. p. 23-43.

RAMÍREZ, A. La Teoría del Cambio Conceptual. Una aproximación constructivista para la enseñanza de las ciencias naturales. Revista Educación y Cultura No. 17. Bogotá, Marzo 1989. pp. 37-42.

RENDON, E. Jorge Álvaro. Química ciclo V. Serie de Formación Integral ‘SER-FIN’, Instituto San Fernando- Ferrini. Ed. Serfin Educativo S.A. 1ª. Ed. Medellín, 2000.

REVISTA ACTUALIDAD EDUCATIVA, N° 11. Enero-Febrero / 96. p.p. 26-29.  
Tomado de: Referentes teóricos, para fundamentar la enseñanza de las ciencias.

SANCHEZ, G., y DE PRO BUENO, A. 1997. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria: Revista Enseñanza de las Ciencias. Vol. 15, No. 1, pp. 35-50.

SANMARTÍ, Neus. ¿Hay diferentes maneras de aprender ciencias? : Revista Guix. No. 85. Marzo, 1993. Barcelona. p.p 1- 9.

SPENCER, James y otros. Química Estructura y Dinámica. Compañía Editorial Continental 1a.

TOBÓN, Ramiro y otros. La tierra: Una máquina viviente. Revista Colegio Jefferson de Cali, Octubre 1993. p. 1-13.

TOBÓN, Ramiro. Ph.D. Consideraciones Sobre La Enseñanza De Las Ciencias: Revista Colegio Jefferson de Cali, 1993. pp. 1-14.

VALVERDE, Lourdes. y ZAPATA, Álvaro. Seminario de Práctica Profesional No. 13. Orientaciones para elaborar el informe de la práctica profesional. Noviembre 13 de 2002. pp. 1-5.

VAN DALEN, D. B. y MEYER, W. J. Análisis del problema. En: Manual de Técnicas de la Investigación Educativa. Buenos aires: Paidós. 1981. p.p. 143-168. Tomado de: Módulo de Gestión de Procesos Curriculares. Autores: Equipo de Investigadores Gestión de Procesos FUNLAM.

ZAPATA, Álvaro y VALVERDE, Lourdes. Seminario de Práctica Profesional No. 11. Orientaciones para elaborar el informe de la práctica profesional. Octubre 23 de 2002. pp. 1-3.

## ANEXO 1

## PLAN DE ACCIÓN Y CRONOGRAMA DE LA INVESTIGACIÓN

Este cronograma se rige por la importancia de las actividades realizadas y no por el orden estricto de las fechas.

ACTIVIDADES*	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1 sn	2 sn	3 sn	4 sn	1 sn	2 sn	3 sn	4 sn	1 sn	2 sn	3 sn	4 sn
Sensibilización	■											
Diseño preliminar	■											
Comunicación y convocatoria	■											
Prediagnóstico		■										
Prácticas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Encuesta actitudi- Nal								■				
Diagnóstico cog. Entrada												■
Seminarios	■			■			■			■		
Socialización del Prediagnóstico				■								
Consulta con ex – pertos.			■				■				■	
Ajustes al proyec- To				■				■				■
Diseño y ejecu – ción de estrateg. de implement.	■				■				■			

Socialización de resultados.												
Avances del proy.												
Recolección Bibli.												

ACTIVIDADES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
	1 sn	2 sn	3 sn	4 sn	1 sn	2 sn	3 sn	4 sn	1 sn	2 sn	3 sn	4 sn
Prácticas												
Seminarios												
Diagnóstico cog. Salida												
Avances del proy.												
Evaluación de experimentos												
Sustentación												
Informe final												

\* Año 2002

**ANEXO 2**  
**DIAGNÓSTICO PEDAGÓGICO ACTITUDINAL**

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación  
Práctica Profesional II

Área: Química

Grado: 10 Actividades pedagógicas, complementarias y necesarias

Institución: INEM José Félix de Restrepo Medellín

Cuestionario N°. 1

Apreciado estudiante:

Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y marque con una X la respuesta que considere conveniente. La información requerida es de ayuda para la investigación que se lleva a cabo en la práctica docente Profesional II. Todas las preguntas se refieren a la clase de química.

**NIVEL DE INTERES POR LA QUÍMICA**

No	PREGUNTAS	SI	NO
1	¿Cree que le es útil estudiar química?		
2	¿Tiene importancia la química en su éxito académico?		
3	¿Le agrada la clase de química?		
4	¿Los temas de química son muy complicados?		
5	¿Le llama la atención la química?		
6	¿Ha alcanzado los logros de la química con mucha dificultad?		
7	¿Presta atención en la clase de química?		
8	¿Le gusta discutir sobre temas científicos?		

9	¿La química es clara?		
10	¿Le agrada el trabajo en el laboratorio?		
11	¿Considera necesario realizar ejercicios en clase?		
12	¿La química tiene relación con aspectos de su vida cotidiana?		
13	¿Se esfuerza por participar en clase?		
14	¿Los problemas de química que resuelve le gustan?		
15	¿La química es difícil de comprender?		
16	¿La forma como se orienta la clase de química lo motiva a consultar temas científicas?		
17	¿Ha visto documentales o videos que traten temas relativos a la química?		
18	¿Se hacen evaluaciones en la clase de química?		
19	¿Las evaluaciones de química son agradables?		
20	¿Las evaluaciones le permiten demostrar lo que ha aprendido?		
21	¿Prefiere el trabajo en grupos en la clase de química?		
22	¿Es mejor trabajar en forma individual?		
23	¿Considera que el trabajo a través de talleres le ayudaría a comprender mejor los temas?		
24	¿Para aprender química solamente es necesaria la explicación del profesor?		
25	¿Considera funcional elaborar una cartelera científica para publicar sus trabajos de química?		

**ANEXO 3**  
**CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO 10°**

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación  
Práctica Profesional II

Área: Química

Actividades: pedagógicas, complementarias y necesarias

Institución: INEM José Félix de Restrepo

Cuestionario N°. 2

Apreciado estudiante:

Con el presente cuestionario se pretenden identificar las diferentes formas que tiene de abordar el aprendizaje con el fin de tenerlas en cuenta para orientar su proceso de formación en química; se espera y se agradece su sincera colaboración.

Frente a cada una de las siguientes preguntas, marque con una X en la columna correspondiente, según su criterio: F = Con frecuencia; P = Pocas veces y N = Nunca.

**CARACTERIZACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DEL GRADO 10**

No	SITUACION	F	P	N
1	Me gustan los trabajos en grupo			
2	Prefiero los trabajos individuales			
3	Me gusta leer y comentar con mis compañeros los puntos en común			

4	Mi opinión es importante dentro del grupo			
5	Mi desempeño académico es mejor que el de mis compañeros			
6	Por mi desempeño en clase obtengo altas calificaciones			
7	Estudio para obtener calificaciones altas			
8	No participo en clase por temor a equivocarme			
9	Me intereso más por la clase cuando el profesor no me tiene en cuenta			
10	En el trabajo en grupo me gusta ser el líder			
11	Se me facilita comprender los temas de clase			
12	No me importa esforzarme mucho si al final aprendo			
13	Me esfuerzo por entender lo que leo			
14	No me gusta que el profesor diga en público mis deficiencias			
15	Estudio con agrado cuando recibo recompensas			
16	Recibo mejores incentivos en actividades diferentes al estudio			
17	Me interesa la opinión del profesor con respecto a mi trabajo			

**ANEXO 4**  
**DIAGNÓSTICO COGNOSCITIVO DE ENTRADA**

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación  
Práctica Profesional II

Área: Química

Grado: 10 Actividades pedagógicas y complementarias

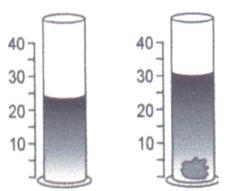
Institución: INEM José Félix de Restrepo Medellín

Cuestionario N° 3

Apreciado estudiante:

Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y marque con una X la respuesta que considere conveniente. La información requerida es de ayuda para la investigación que se lleva a cabo en la práctica docente Profesional II. Todas las preguntas se refieren a la clase de química.

En un recipiente graduado se vierte agua líquida, hasta que la marca leída es  $25,0 \text{ cm}^3$ . Se coloca en su interior un bloque de grafito (sólido), cuya masa es de  $13,5 \text{ g}$ . El nivel del agua sube hasta llegar a  $31,0 \text{ cm}^3$ . De acuerdo con lo anterior, indique la respuesta correcta:



1. La masa del grafito en el interior del agua es:

- a. 25, 0 g
- b. 31,0 g
- c. 13,5 g
- d. No lo sé

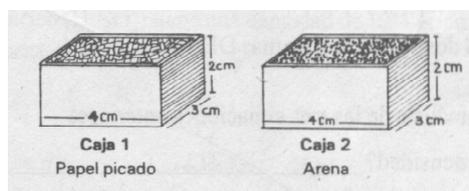
2. El volumen ocupado por grafito sólido es:

- a. 40,0 cm<sup>3</sup>
- b. 30,0cm<sup>3</sup>
- c. 6,0 cm<sup>3</sup>
- d. No lo sé

3. La densidad del grafito es:

- a. 13,5 g / 25,0 cm<sup>3</sup>
- b. 31,0 g / 31,0 cm<sup>3</sup>
- c. 13,5 g / 6,0 cm<sup>3</sup>
- d. No lo sé

Se presenta la siguiente situación. Tenemos dos cajas de iguales dimensiones y diferentes materiales.



4. Cuál de las dos cajas tiene mayor masa:

- a. Caja 1
- b. Caja 2
- c. Ambas tienen igual masa

d. No lo sé

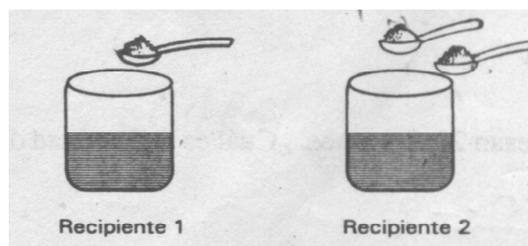
5. Cuál es el volumen en cada caja:

- a. 24,0 cm<sup>3</sup>
- b. 12,0 cm<sup>3</sup>
- c. 9,0 cm<sup>3</sup>
- d. No lo sé

6. En cuál de las dos cajas hay mayor densidad:

- a. Caja 1
- b. Caja 2
- c. Ambas tienen igual densidad
- d. No lo sé

Se tienen dos recipientes con 10,0 ml de agua cada uno y se les agrega sal (ver gráficos). Cada cucharadita contiene 11,0 g de sal:



7. Cuál es la masa de sal contenida en la primera y segunda solución respectivamente:

- a. 11,0 g y 22,0 g
- b. 21,0 g y 22,0 g
- c. 110 g y 220 g
- d. No lo sé

8.Cuál de las dos soluciones es más densa:

- a. Recipiente 1
- b. Recipiente 2
- c. Igual densidad en ambos recipientes
- d. No lo sé.

9. Un estudiante prepara una disolución mezclando 10 ml de agua (solvente) con ocho cubitos de azúcar (solute) en un recipiente A, luego en el recipiente B adiciona 20 ml de agua a ocho cubitos de azúcar. Según lo anterior, para el soluto y el solvente en ambos recipientes, cual varía:

- a. soluto
- b. solvente
- c. soluto y solvente
- d. no lo sé

10. Se tiene un vaso con agua como en la figura, y se le adiciona un trozo de hielo. ¿Por qué flota el hielo sobre el agua? :



- a. El hielo es más denso que el agua
- b. El agua y el hielo tienen igual densidad
- c. El hielo es menos denso que el agua

No lo sé.

## ANEXO 5

### DIAGNÓSTICO COGNOSCITIVO DE SALIDA

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Práctica Profesional II

Área: Química

Grado: 10 Actividades pedagógicas y complementarias

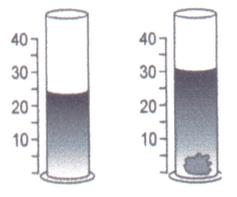
Institución: INEM José Félix de Restrepo Medellín

#### Cuestionario N° 4

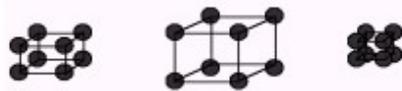
Apreciado estudiante:

Lea cuidadosamente las siguientes preguntas y marque con una X la respuesta que considere conveniente. La información requerida es de ayuda para la investigación que se lleva a cabo en la práctica docente Profesional II. Todas las preguntas se refieren a la clase de química.

1. En un recipiente graduado se vierte agua líquida, hasta que la marca leída es  $25,0 \text{ cm}^3$ . Se coloca en su interior un bloque de grafito (sólido), cuya masa es de  $13,5 \text{ g}$ . El nivel del agua sube hasta llegar a  $31,0 \text{ cm}^3$ . Según lo anterior, dónde hay mayor densidad:



- a. Densidad del agua = Densidad del grafito
  - b. Densidad del agua < Densidad del grafito
  - c. Densidad del agua > Densidad del grafito
  - d. No lo sé.
2. De la masa del grafito podemos decir:
- a. Masa del grafito = masa del agua
  - b. Masa del grafito > masa del agua
  - c. Masa del grafito < masa del agua
  - d. No lo sé
3. Del volumen del grafito podemos decir:
- a. Volumen del grafito = volumen del agua
  - b. Volumen de grafito > volumen del agua
  - c. Volumen del grafito < volumen del agua.
  - d. No lo sé.
4. Los siguientes dibujos representan la estructura cristalina de tres metales. ¿Cuál de estos metales tiene la densidad más baja? (Considerar que la diferencia de masa de los átomos es pequeña.)



- a.
- b.
- c.
- d. No lo sé

5. Completar los siguientes esquemas que representan cambios de estado de la materia a nivel submicroscópico, tal como se indica en el primero para la fusión y escribir dentro de cada paréntesis el estado inicial, el estado final y escribir el nombre del cambio de estado. a.

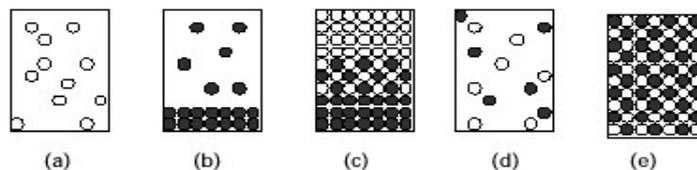


( s ) b. ( l ) c. ( ) d ( ) e. No lo sé



( ) ( ) ( ) ( )

6. ¿Cuál o cuáles de los siguientes esquemas representan a un sistema heterogéneo? O y ● representan partículas submicroscópicas diferentes.



(f). No lo sé

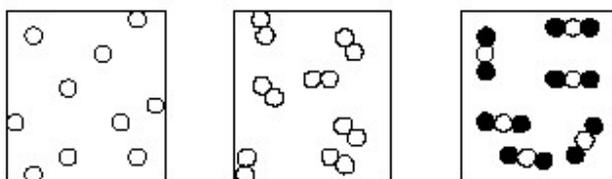
7. Sí representamos a los átomos con círculos C (O), He (●), O (●), determinar cuál de los siguientes esquemas



corresponde a cada una de las siguientes moléculas

- Oxígeno (O<sub>2</sub>): \_\_\_\_\_
- Monóxido de carbono (CO): \_\_\_\_\_
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>): \_\_\_\_\_
- Helio (He): \_\_\_\_\_
- No lo sé

8. Indicar cuáles de los siguientes esquemas representan sustancias simples y cuáles sustancias compuestas o compuestos. (Los círculos representan átomos.)



a.

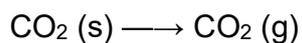
b.

c.

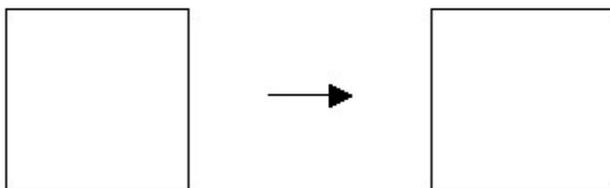
d. No

lo sé

9. El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) sólido, a presión y temperatura ambiente cambia directamente de sólido a gas sin pasar por el estado líquido, por eso se le llama "hielo seco".

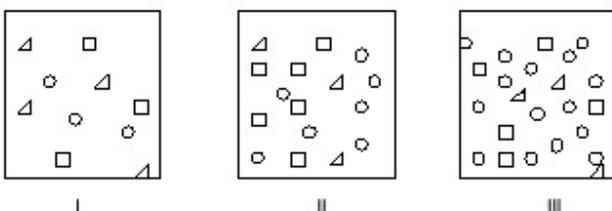


- Indicar como se llama ese cambio de estado: \_\_\_\_\_
- Representar dicho cambio en el siguiente esquema
- No lo sé



10. Las figuras siguientes representan minúsculas porciones de tres mezclas gaseosas, todas a igual volumen y temperatura, donde:

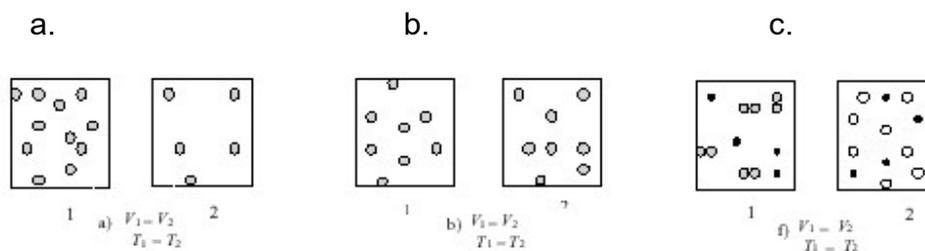
□ = gas A; ▽ = gas B; ○ = gas C



- ¿Cuál de las mezclas tiene la mayor densidad del gas A? : \_\_\_\_\_
- ¿Cuál de las mezclas tiene la mayor concentración del gas B? : \_\_\_\_\_

- c. ¿Cuál de los recipientes soporta la mayor presión? : \_\_\_\_  
 d. No lo sé.

11. La ecuación del gas ideal describe *cómo* se comportan los gases, pero no *explica por qué* se comportan como lo hacen. La teoría cinético-molecular nos permite entender tanto la presión como la temperatura. La presión de un gas es causada por los choques de las moléculas contra las paredes del recipiente: "la frecuencia de choques es proporcional al número y velocidad de las moléculas aumentando la presión". Para los siguientes esquemas, decir dónde hay mayor presión:

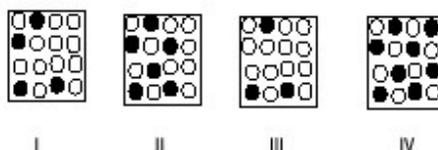


d.

No lo sé

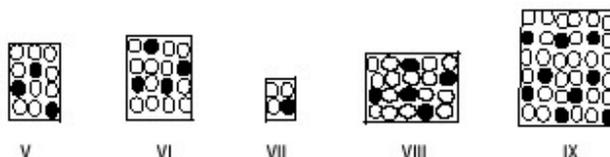
12. El principio de Avogadro establece: "que a las mismas condiciones de temperatura y presión, iguales volúmenes de todos los gases contienen el mismo número de moléculas (partículas)". Según el esquema anterior, cuál refleja éste principio: \_\_\_\_

13. Las siguientes figuras representan disoluciones de igual volumen (el área de la figura es proporcional al volumen), en las que los círculos llenos corresponden a moléculas de soluto y los círculos vacíos a moléculas de disolvente. Ordenar las disoluciones I a IV en orden creciente de concentración.



a. Orden: \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_ ; b. No lo sé

14. Hacer lo mismo para las disoluciones (de volúmenes distintos) representadas por las figuras V a IX.



a. Orden: \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_, \_\_\_\_ ; b. No lo sé.

15. Las figuras siguientes representan dos disoluciones (A y B) de igual volumen, con dos solutos diferentes. (Los círculos vacíos representan moléculas de disolvente y los círculos llenos moléculas de soluto.) La masa de las moléculas grandes de soluto es el doble de la masa de las moléculas más pequeñas.



- ¿Cuál es la disolución más concentrada? \_\_\_\_\_
- ¿Cuál es más concentrada, desde el punto de vista de la masa? \_\_\_\_\_
- ¿Cuál es más concentrada, desde el punto de vista del número de moles? \_\_\_\_\_.
- No lo sé.

16. Explicar el proceso representado en el esquema, señalando:

- Su nombre: \_\_\_\_\_
- Cuál de los componentes del sistema se mantiene constante luego del proceso: señale la figura (I, II) correspondiente:
- No lo sé



Por grupo	88
TIPOS DE TRABAJO RECHAZADOS	
Individuales	83
Carteleras	73

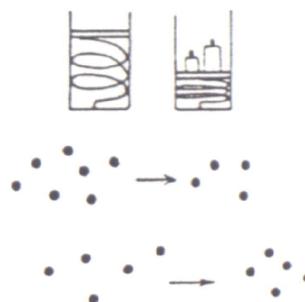
## ANEXO 7

### ÍTEMS UTILIZADOS EN CUESTIONARIOS SOBRE IDEAS PREVIAS

En la figura se recoge un ejemplo del tipo de ítems utilizado en cuestionarios sobre ideas previas. (Tomado de Llorens, 1991).

¿Cuál de los siguientes dibujos representa mejor lo que ocurre al gas en este fenómeno?

- A. Los gases se comportan como un muelle, que al apretarlo se comprime.
- B. Disminuye el número de partículas del gas.
- C. Disminuye la distancia que hay entre las partículas que forman el gas.
- D. Ninguno de los anteriores.
- E. No lo sé.



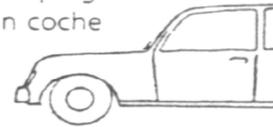
Problema utilizado para estudiar las ideas previas (Tomado de Driver y otros, 1985).

Después de muchos experimentos, los científicos piensan ahora que:

- todas las cosas están formadas por partículas muy pequeñas
- estas partículas se mueven en todas direcciones
- se mueven más rápido cuanto más elevada es la temperatura
- ejercen fuerzas unas contra otras
- son demasiado pequeñas para verse en el microscopio.

Utiliza una de estas ideas para responder a la siguiente pregunta:

¿Por qué aumenta la presión de los neumáticos de un coche durante un viaje?



Ejemplo sobre densidad, utilizado para estudiar las ideas previas (Tomado de Ser-Fin, 2000).

Tenemos dos cajas de iguales dimensiones y diferentes materiales. ¿Cuál de las dos cajas tiene mayor masa? ¿Cuál es el volumen en cada caja? ¿En cuál hay mayor densidad?

