

**PROBLEMATIZACIÓN DIDÁCTICA DE LA GEOMETRIA MOLECULAR:  
ESTRATEGIAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DIDÁCTICA EN LA  
FORMACIÓN INICIAL DE LOS PROFESORES DE QUÍMICA**

**VIVIAN VANESA CHIVATÁ CARREÑO  
MILLER ALEXANDER CIFUENTES SANCHÉZ**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
PROGRAMA CURRICULAR DE LICENCIATURA EN QUÍMICA**

**Bogotá**

**2017**

**PROBLEMATIZACIÓN DIDÁCTICA DE LA GEOMETRIA MOLECULAR:  
ESTRATEGIAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DIDÁCTICA EN LA  
FORMACIÓN INICIAL DE LOS PROFESORES DE QUÍMICA**

**VIVIAN VANESA CHIVATÁ CARREÑO  
MILLER ALEXANDER CIFUENTES SANCHÉZ**

**Propuesta de Tesis para optar al título de Licenciatura en Química**

**DIRECTOR**

**CARLOS JAVIER MOSQUERA SUÁREZ**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**PROGRAMA CURRICULAR DE LICENCIATURA EN QUÍMICA**

**Bogotá**

**2017**

# **PRESENTACIÓN E ÍNDICE**

La didáctica de las ciencias es un campo de conocimiento cuyas actividades derivadas van más allá de métodos y técnicas novedosas para enseñar ciencias. Para facilitar estos procesos los investigadores en didáctica de las ciencias se centran en identificar y desarrollar estrategias pedagógicas que permitan una fácil aplicación a diversas temáticas y así mismo a diversas poblaciones. El problema radica en que la didáctica de las ciencias es una disciplina relativamente joven y por ello no tiene tanta credibilidad dentro del profesorado, pues en estos momentos existe el cambio generacional entre los docentes de lo que se podría considerar como “la vieja escuela” donde las clases son netamente magistrales y se maneja un enfoque pedagógico muy tradicionalista y entre los docentes recién graduados, los cuales tienen un bagaje mucho más amplio en lo que tiene que ver con la investigación y la didáctica de las ciencias.

Estos choques generacionales retrasan de cierta forma el proceso de enseñanza aprendizaje y de adaptación de los alumnos a las nuevas metodologías de clase, pues dentro de una institución existen los docentes con mucha antigüedad así como docentes que son relativamente jóvenes dentro del ejercicio docente. Así mismo existe el choque entre los docentes con muchos años de experiencia y las nuevas generaciones de estudiantes que se forman como futuros profesores de ciencias, pues como es bien sabido los estudiantes de hoy en día están más ligados a herramientas electrónicas y a todo aquel artefacto que los pueda conectar a internet de tal manera que se hace necesario un conocimiento por lo menos básico de dichas herramientas para facilitar nuevas alternativas para la enseñanza.

En la actualidad se desarrollan estrategias no solo para enseñar contenidos sino también para explicar lo que es y cómo se puede desarrollar el pensamiento crítico, pues desde una perspectiva constructivista es muy importante la reflexión sobre el papel del pensamiento cotidiano y su relación con otras expresiones de conocimiento en el aprendizaje de las ciencias. Al ser el conocimiento cotidiano el orientador de pensamientos y acciones básicos e implícitos de los seres humanos, desde allí pueden ofrecerse explicaciones interesantes y lo suficientemente fuertes para comprender por qué muchas veces, a pesar de enseñanzas reiteradas de conocimientos científicos, las personas no aprendemos lo que se nos enseña. (Mosquera, 2016)

Un aspecto fundamental sobre el cual la investigación en didáctica de las ciencias ha dedicado especial atención, es el conocimiento del contenido de la asignatura por parte del profesorado, lo cual implica conocimientos que van mucho más allá de los contenidos teóricos. Estos son mucho más complejos y diversos tal y como lo sugieren Coll (1988) y Bromme (1988). Diversos estudios han mostrado la importancia que tienen la realización de estudios de profundidad sobre la materia a enseñar, hasta el punto de considerar que su ausencia constituye quizás, el obstáculo fundamental para una actividad docente

innovadora; por ello se han clarificado los diversos aspectos que implican saber en profundidad los conocimientos de la materia a enseñar.

En este caso se trabajan las unidades didácticas como un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada. El proceso flexible de planificación parte, primero, del pensamiento del docente, determinado por su saber específico en el área del conocimiento objeto de la enseñanza, su experiencia docente, los conocimientos previos de los estudiantes, las políticas de educación institucionales y nacionales, los recursos disponibles para el desarrollo de la práctica de enseñanza – aprendizaje y la ejecución y evaluación de dicho proceso.

Por tal razón se realiza un proyecto de investigación donde se pretenden considerar diversos aspectos que inciden en una unidad didáctica para profesores de química en formación inicial de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, quienes se encuentran en la práctica profesional docente correspondiente al programa de Licenciatura en Química y que en su ejercicio como practicante aborde contenidos de Química Inorgánica temáticas sobre geometría molecular. Se trata de afianzar este conocimiento en química desde una problematización sobre su enseñanza, con el propósito de favorecer caracterización didáctica mediante el desarrollo de estrategias que incluyen la identificación de ideas previas, conocimiento de aspectos históricos, reflexiones epistemológicas, el papel de la metacognición en la enseñanza de las ciencias, y el uso de modelos de enseñanza innovadores y de herramientas tecnológicas para la enseñanza de la geometría molecular.

El proyecto pretende generar cambios en la enseñanza tradicional implementando actividades en el aula que permitan la formación de pensadores y pensadoras críticos que fortalezcan el conocimiento científico matemático y su relación con el conocimiento cotidiano, e integre diversas fuentes de información construyendo modelos mentales para desarrollar la comprensión, la conservación y la aplicación de lo que se aprende apoyándose en el uso y programación de actividades de diverso tipo, promoviendo la reflexión individual y grupal sobre las ideas iniciales de los estudiantes y sobre su recontextualización en perfiles alternativos.

También se pretende demostrar que en la medida que los profesores en formación inicial se involucran en el tratamiento de problemas de investigación didáctica, se interesan por la resolución de situaciones asociadas con la enseñanza y con el aprendizaje de la geometría molecular, que promuevan aprendizajes significativos y relevantes, basándose en un modelo constructivista apoyado en el conocimiento didáctico del contenido (CDC) como estrategia a partir de la cual se examinan las concepciones que presentan los estudiantes que se están formando en el campo de las ciencias, con el fin de contribuir al fortalecimiento de los contenidos que se enseñan en un currículo de ciencias.

## JUSTIFICACIÓN

El proyecto de investigación surge por la necesidad de generar cambios en la enseñanza tradicional mediante herramientas innovadoras de aprendizaje de la geometría molecular, esto permite que los profesores en formación inicial logren adquirir una mayor calidad de los conocimientos científicos para que interioricen y construyan nuevos modelos de pensamiento crítico y consciente basados en estrategias que contribuyan a un desarrollo progresivo de la sociedad, en la búsqueda de superar problemas sociales y culturales propios de nuestra nación.

Por parte de los docentes en formación de ciencias la investigación y la innovación actual en didáctica de las ciencias, mas específicamente las estructuras epistemológicas del docente son base para la justificación de la presente investigación, que busca promover cambios significativos en la forma en que los profesores en formación inicial asumen la práctica de docente y sus concepciones sobre ciencia, promoviendo modificaciones en las actitudes hacia la enseñanza de las ciencias, su aprendizaje y su evaluación, para que los ciudadanos y ciudadanas se apropien de su cultura desde la educación y tengan presente la importancia del impacto que puede generar está en el desarrollo de la sociedad. Esto se logra a partir del conocimiento histórico y epistemológico apoyados en modelos de formación que favorezcan el desarrollo profesional del docente de modo que promuevan cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales hacia la enseñanza de las ciencias y más explícito aun en este trabajo en la enseñanza de la geometría molecular.

Esta investigación es relevante, ya que si se logra la caracterización didáctica significativa de los profesores en formación inicial en química, que a futuro enseñara esta disciplina, se podrán contribuir a que sus estudiantes no solo aprendan de una mejor manera los contenidos teóricos y prácticos, sino que además puedan conocer nuevos enfoques de enseñanza de las ciencias, favoreciendo el desarrollo de nuevas actitudes hacia la ciencia y su enseñanza, así como nuevos modos de aprendizaje, de conceptos y teorías mediante trabajos prácticos que tengan un mayor nivel de significación y relevancia. En este sentido, con esta investigación se procura desarrollar caracterización didáctica que promuevan las competencias profesionales docentes fundamentadas en la investigación contemporánea en la didáctica de las ciencias y la formación docente para contribuir a una mejor calidad de vida.

# INDICE

## **PRESENTACIÓN E ÍNDICE**

## **JUSTIFICACIÓN**

## **CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Problema de Investigación**

### **1.2. Objetivos**

#### **1.2.1. General**

#### **1.2.2. Específicos**

## **CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. Investigación contemporánea en la Didáctica de las ciencias**

### **2.2. Historia y Epistemología de las Ciencias**

### **2.3. Investigación sobre formación de Profesores en Ciencias**

### **2.4. Importancia de la Geometría Molecular**

### **2.5. Enseñanza de la Geometría Molecular**

### **2.6. Aspectos Históricos y Epistemológicos de la Geometría Molecular**

### **2.7. Didáctica para la Geometría Molecular**

## **CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **3. Metodología**

#### **3.1. El conocimiento del contenido**

#### **3.2. Modelo de Investigación Cualitativa**

#### **3.3. Categorías de Análisis**

#### **3.4. Estrategias a desarrollar con los docentes en formación inicial**

## **CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4. Análisis de resultados**

**4.1.** Resultados individuales en torno a las características de la epistemología personal de los profesores de química en formación inicial

**4.2.** Análisis general en torno a las características de los conceptos básicos, la epistemología e historia de las ciencias y las estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias en geometría molecular.

**4.3.** Análisis de la caracterización didáctica

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**5.1** Conclusiones y recomendaciones

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**ANEXO 1.** CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS PROPUESTA PARA LOS DOCENTES EN FORMACIÓN ANTES DE LA SOCIALIZACIÓN

**ANEXO 2.** ENTREVISTAS PROPUESTA PARA LOS DOCENTES EN FORMACIÓN DESPUÉS DE LA SOCIALIZACIÓN



# **CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Problema de Investigación**

En la didáctica de las ciencias se resalta como principal obstáculo las ideas previas que tiene el profesor sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, por tanto, si nos basamos en una didáctica de las Ciencias innovadora y contemporánea con lineamientos constructivistas los cambios que se pueden lograr en la actitud de los profesores en formación científica es un logro que puede satisfacer la necesidad de reordenar los currículos para la formación inicial de los profesores en ciencias y los estándares para su formación continua.

En efecto si los profesores de ciencia consideramos que se pueden favorecer la caracterización didáctica en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias apoyados en una investigación cualitativa, logrando identificar y justificar de manera crítica actitudes y valores en la enseñanza y el aprendizaje, se podría identificar la estructura de nuestra epistemología personal, como forma de reconocer los obstáculos que pueden en su momento desfavorecer el desarrollo de la práctica docente. Por tanto las investigaciones fundamentadas en la didáctica de las ciencias sobre formación de profesores, no se limitan a conocer nuevos modelos metodológicos, y por el contrario se hace necesario que los profesores se involucren de manera activa teniendo conciencia de sus propias limitaciones desarrollando practicas docentes alternativas basadas en estudios críticos y rigurosos. Esto conlleva a que el profesorado en ciencias identifique y cuestione su epistemología docente habitual procurando generar cambios sociales desde la educación científica.

En esta investigación se pretende reconocer aspectos a mejorar en torno a la enseñanza de las ciencias; más específicamente en la enseñanza de la geometría molecular, reconociendo cuales son los principales problemas didácticos, epistemológicos, sociológicos, psicológicos e históricos que reflejan los profesores en formación inicial, con el fin de desarrollar actitudes positivas hacia la investigación e innovación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias destacando la manera en que los profesores en formación inicial han abordado estrategias encaminadas a lograr un aprendizaje significativo hacia la geometría molecular, reconociendo errores y virtudes de cada uno de ellos.

Todo esto nos permite a los profesores en formación inicial desarrollar y actuar con coherencia en el campo de la enseñanza y el aprendizaje mediante nuevas actitudes y prácticas más cercanas a modelos de enseñanza que den mejores resultados para explicar y afrontar los problemas que se asocian hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias; para este caso la enseñanza y el aprendizaje de la geometría molecular. Incorporando modelos teóricos y metodológicos distintos a los habituales, contribuyendo así a una mejor educación y por ende mejor calidad de vida para la población de nuestro país, logrando generar cambios en las políticas públicas educativas.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

- Favorecer una caracterización didáctica en profesores de química en formación inicial mediante el desarrollo de situaciones que problematizan la enseñanza de la geometría molecular.

### **1.2.2. Específicos**

- Construir colectivamente entre investigadores y profesores de química en formación inicial, estrategias de enseñanza de la geometría molecular.
- Elaborar una trama conceptual sobre la historia de la geometría molecular y sobre perspectivas epistemológicas de este contenido de la ciencia química.
- Definir una perspectiva teórica que dinamice la problematización de la enseñanza de la geometría molecular.
- Desarrollar problemáticas relevantes en la enseñanza contemporánea de las ciencias, y articularlas en una unidad didáctica para ser abordadas con profesores de química en formación inicial.

# **CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL**

## 2.1. Investigación contemporánea en la Didáctica de las ciencias

La formación inicial de un profesor de química es una investigación didáctica ya que para enseñar, deben aprenderse cuerpos de conocimientos, actitudes y procedimientos acerca de cómo enseñar. Un buen método de enseñanza de las ciencias se logra cuando el profesor es capaz de desarrollar estrategias que favorecen el tratamiento científico de situaciones problema por parte de los alumnos, apoyados por el profesor, en clases de teoría, de problemas o de prácticas de laboratorio. (Mosquera, 2008)

La enseñanza de las ciencias es una actividad práctica y teóricamente orientada por el dominio disciplinar de la Didáctica de las Ciencias. Dicha práctica puede ser innovadora a lo largo de todo el proceso. Por ende se ha desarrollado vertiginosamente hasta el punto de reconocérsele en la actualidad como disciplina con cuerpo teórico propio, teniendo en cuenta entre otros indicadores los resultados de las investigaciones que sobre la enseñanza del aprendizaje en las ciencias se han logrado principalmente en las últimas dos décadas (Gil, 1999).

He aquí unos conocimientos que intervienen en la enseñanza de las ciencias:

- Conocimiento cotidiano del alumno, el cual se adquiere de forma espontánea e informal, y se construye con la constante interacción con el medio natural y social (muy significativo en el proceso de aprendizaje).
- Conocimiento académico asimilado, que se ha adquirido de forma más dirigida, sistemática y formal a través del profesor.
- Conocimiento académico docente o conocimiento académico para enseñar.
- Conocimiento de las ciencias, el cual da soporte de autenticidad al académico docente.
- Conocimiento del científico

Para estos conocimientos, se han propuesto diversidad de modelos para la enseñanza de las ciencias en donde se observa el estudiante como científico o el estudiante como aprendiz.

En cuanto a los modelos basados en el alumno como científico, desde la visión de (Marín y Fidel, 2011) existen 3 modelos de la visión del alumno como científico, los cuales son los siguientes:

- Movimiento de las concepciones alternativas. En cuanto a lo que sabe el alumno del contenido de lo que se enseña.
- Modelo de cambio conceptual. Se trata de crearle cierta insatisfacción con sus ideas, para después presentar las nuevas como más útiles.
- Modelo de enseñanza por investigación. En donde sugiere simular en clase la actividad de los grupos de investigación, involucrando al alumno en el desarrollo de

actividades procedimentales (precisar problemas, controlar variables, formular hipótesis, etc.).

Para los modelos basados en el alumno como aprendiz de las ciencias, se deducen de una visión adecuada de cómo se construye el conocimiento de las ciencias, las orientaciones didácticas dentro de una visión adecuada sobre la construcción y el conocimiento del alumno.

También se denota el aprendizaje significativo donde requiere una actitud de motivación, predisposición, comunicación entre distintos individuos y con uno mismo para que el alumno aprenda de manera significativa lográndolo por medio de la verbalización y del lenguaje.

De acuerdo con Zabalza (2003), los docentes deben ser capaces de:

- Analizar y resolver problemas.
- Analizar un tópico hasta desmenuzarlo y hacerlo comprensible.
- Aprender cuál es la mejor manera de aproximarse a los contenidos, cómo abordarlos en las circunstancias presentes.
- Seleccionar las estrategias metodológicas adecuadas y los recursos que mayor impacto puedan tener como facilitadores de aprendizaje.
- Organizar las ideas, la información y las tareas para los estudiantes.

Es evidente que la actividad profesional del profesorado supera el simple dominio de los contenidos científicos de su especialidad, ya que específicamente en el campo de la formación de profesores no solo basta con saber lo que se enseña, se debe saber cómo enseñarlo de acuerdo a diversas competencias que el docente debe poseer las cuales son: (Mosquera, 2008)

- Saber identificar lo que el alumno ya sabe y lo que necesita saber.
- Saber establecer una buena comunicación con los alumnos.
- Saber manejarse en el marco de condiciones y características que presenta el grupo de estudiantes con el que le toque trabajar, transmitiendo pasión por el conocimiento.

En la evolución de la epistemología contemporánea puede interpretarse como una constante contraposición entre la tradición positivista y la tradición de conocimiento neo-kantiana. Específicamente, durante el S.XIX y hasta 1960 el enfoque epistemológico que predominó en el contexto científico fue el positivismo. Primero el positivismo científico del S. XIX y luego, el positivismo lógico. Los supuestos más fuertes sostenidos por este enfoque fueron: la creencia de una realidad esencial predeterminada, que se podía desentrañar a través de la ciencia, y la creencia en la posibilidad de la ciencia de dar cuenta de esa realidad a través

del conocimiento empírico, orientado por el método científico. En efecto, bajo el programa positivista se mantuvo viva la herencia empirista de la modernidad.

Sin embargo, la situación cambiará a partir de los planteamientos de Thomas Kuhn sobre los cambios revolucionarios, en donde la realidad externa es una incógnita y lo que la ciencia conoce no es la realidad en sí misma, sino la realidad vista a través de los lentes, o las categorías, o los esquemas conceptuales previos. El dato empírico no es un reflejo limpio de la realidad y no puede dar cuenta de ella, de manera suficiente, pues lo que afirmamos sobre la realidad y el mismo dato empírico están mediados por los esquemas conceptuales del sujeto (Kant) o de la comunidad (Kuhn).

El mismo Kuhn se definía como un kantiano, pero con categorías cambiantes, en lugar de fijas como lo planteaba Kant.

La epistemología contemporánea va a fluctuar entre estas dos grandes tradiciones según como se entienda el conocimiento empírico y la intervención de categorías o esquemas previos a ese conocimiento empírico.

De manera más amplia hay una cierta influencia kantiana en la escuela, cuando señala la influencia que tienen los intereses y las ideologías para la determinación del dato observable, o en el estructuralismo cuando muestra el influjo de las estructuras lingüísticas o sociales sobre el conocimiento de la realidad, o en los filósofos de la ciencia y los sociólogos de la ciencia cuando recalcan sobre la influencia de los contextos históricos y sociales sobre el mundo objetivo conocido por la ciencia.

Pero a pesar del reconocimiento del papel previo que juegan esos esquemas conceptuales (sean subjetivos, sociales, históricos, etc.), en la epistemología contemporánea sería muy problemático relativizar por completo el conocimiento empírico a las contingencias del sujeto, de la historia o de la sociedad, a no ser con el costo de abrigar un relativismo y un construccionismo que reduce la posibilidad misma de una concepción normativa o epistemológica del conocimiento. Y en ese sentido, la herencia empirista y el rigor normativo del positivismo no se han disuelto por completo, a pesar de las fuertes críticas recibidas desde hace varias décadas. (Ortíz, 2009)

De esta manera, la epistemología contemporánea fluctúa entre la defensa de las intenciones del positivismo, a pesar de los rechazos de las doctrinas positivistas, y el reconocimiento de las condiciones fenomenológicas kantianas, sin compromiso con los esquemas fijos y rígidos de Kant.

En una de las perspectivas de Kuhn, introduce una similitud entre las revoluciones científicas y políticas que es ilustrativa del papel de la comunidad y las controversias que desarrolla. Esto significa que para explicar cuestiones científicas, tenemos que examinar no

sólo el impacto de la naturaleza y de la lógica, sino también las técnicas de argumentación persuasivas que desarrollan los grupos dentro de la comunidad de científicos. (Bird, 2012)

A través de su estudio de la historia de la ciencia llegó a que toda esa construcción a de la ciencia que no se correspondía con la verdad real, evidencia el desarrollo del conocimiento. No bastaba la suma de razón y experiencia para explicar la actividad científica.

Entonces Kuhn da las siguientes cuestiones iniciales, que supusieron un gran cambio en el debate filosófico del momento de la ciencia, pues el modelo formalista que imperaba fue desafiado por el enfoque historicista de Kuhn, según el cual, la ciencia se desarrolla siguiendo determinadas fases:

- Establecimiento de un paradigma

"Considero a los paradigmas como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica" (Olivé, 1998)

Quiere decir que es necesario usar el paradigma en la ciencia porque es la base de un enfoque de investigación y tratar de demostrar lo que se plantea en la cual esta se utiliza para uno para que uno pueda ubicar, orientar, precisar y además guiar hacia los instrumentos que se deben utilizar para realizar una investigación y así poder llegar a la verdad absoluta comprobando la teoría.

- Ciencia normal

"Ciencia normal significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior" (Olivé, 1998)

En esta se trata de comprobar las cosas pasadas pero con un cierto tiempo los demás investigadores las tratan de mejorar o más bien fortalecer más esas teorías, en lo general esto es un proceso que se lleva un cierto tiempo por que las cosas históricas se tienen que retomar para que así se analicen y se puedan utilizar como una ayuda de conocimiento.

- Revolución científica

"Las revoluciones científicas se consideran aquí como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible." (Olivé, 1998)

Durante el periodo de investigación científica se comprobó que la no era muy satisfactoria en cuestión de verdad, por lo que se busca otra nueva en la que la verdad debe permanecer



igual que la primera hasta un cierto tiempo porque se debe buscar otro fundamento que compruebe lo que se tiene duda.

- Establecimiento de un nuevo paradigma

"A falta de un paradigma o de algún candidato a paradigma, todos los hechos que puedan ser pertinentes para el desarrollo de una ciencia dada tienen probabilidades de parecer igualmente importantes." (Olivé, 1998)

El paradigma es el que trata de ubicar orientar hacia qué recursos se deben utilizar para llevar a cabo un proceso de investigación en la que se utilizan varios elementos para la utilización de la comprobabilidad, así mismo aplica la elaboración de conocimientos en la que estos sean utilizados y comprobados.

Todo esto puede articularse con los aspectos más importantes a los que ha llegado Kuhn desde su visión constructivista donde el mismo afirma que a pesar de que el mundo cambia con el tiempo y de comunidad en comunidad, este es el mundo real que conocemos con criterios establecidos y estándares dentro de marcos conceptuales diferentes y que dentro del terreno epistemológico la tendencia dominante es la admisión de la pluralidad la cual requiere la adopción de un relativismo que no excluya la posibilidad de una crítica desde puntos de vista diferentes, sino que dé cuenta de cómo la crítica es indispensable para el progreso del conocimiento.

## **2.2. Historia y Epistemología de las Ciencias**

En el contexto de la enseñanza de ciencias naturales, se plantean preguntas respecto a las diversas maneras de comprender el conocimiento escolar, así la investigadora Barrios (2014), hace una revisión histórica de las propuestas de formación de profesores en Colombia lo que a llevado a señalar distintas tensiones entre la relevancia de la formación en ciencias respecto a la formación en pedagogía. Estas investigaciones abordadas desde una perspectiva histórica son vitales para la comprensión de las concepciones sobre el conocimiento escolar en ciencias en nuestro país en particular.

El análisis de los referentes epistemológicos del conocimiento escolar, resulta un problema de gran relevancia si tenemos en cuenta por ejemplo, que desde e análisis de las concepciones sobre diversidad cultural en profesores (as) de ciencias en Colombia (Molina y otros, 2014), una de las concepciones señaladas está relacionada con la consideración de que las políticas públicas y la gestión escolar excluyen la diversidad cultural, esto evidencia que a pesar de la diversidad cultural del país ,el conocimiento de la misma no se constituye en un referente del conocimiento escolar.

Desde una visión constructivista de la enseñanza de las ciencias, la importancia de involucrar la historia de la química y la epistemología favorece que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias sean más significativos y revelen fundamentos teóricos en la

construcción del conocimiento científico. Por tal razón un método que se utiliza para esta construcción es apoyada en las perspectivas contemporáneas derivadas en la Didáctica de las Ciencias donde procura que el estudiante tenga una posición científica de lo que va a pensar teniendo en cuenta el razonamiento del sentido común. Por tal razón la enseñanza de las ciencias debe favorecer espacios de reflexión para la construcción de un pensamiento crítico y reflexivo.

El planteamiento de base en este enfoque es cuando el individuo es una construcción propia que se va produciendo como resultado de la interacción de sus disposiciones internas y su ambiente, su conocimiento no se toma como la realidad sino como una construcción que hace la persona misma. Esto significa que el aprendizaje no es un asunto de transmisión y acumulación de conocimientos, sino un proceso activo del estudiante para poder interpretar lo que está interiorizando.

Se considera tomar como punto de análisis epistemológico el marco de Anna Estany (1990) de la dinámica en el estudio progresivo de las ciencias naturales, donde denota criterios de análisis ontológicos. (Ariza, L y Mosquera, C, 2009)

Estos criterios de Anna Estany toman que el marco de la profesión docente siempre se ha orientado a la necesidad de estrategias y técnicas orientadas al mejoramiento y en la medida de lo posible al perfeccionamiento de la actividad educativa; este perfeccionamiento puede ser determinado por el éxito con el cual los alumnos adquieren unos conocimientos, procedimientos y actitudes ontológicas que se le da al aprendizaje en la vida.

Si se analiza con pensamiento crítico y conscientemente, cada individuo aunque se encuentre en un ámbito cultural similar, siempre pensará de manera concreta y “egoísta”, en este sentido se refiere a que cada individuo tiene una manera de pensar completamente diferente a la de otro, y por esta razón sus capacidades y habilidades difieren de otros; así como su forma de aprender para lo que debe hacerse énfasis en el estilo de aprendizaje del individuo y en concreto el estilo de aprendizaje del alumno, distinguiendo y conociendo su forma de procesar la información y la forma de enfrentarse a la tarea del aprendizaje.

Ahora empieza a ser posible describir lo que pasa cuando se enseñan ciencias y empiezan a formularse teorías al respecto, pues la complejidad de los problemas que deben resolverse requiere de un estilo de investigación que sea capaz de captar todos los detalles de lo que está pasando en las diversas situaciones de enseñanza, pues las ciencias básicas definen sus objetivos a partir de valores epistémicos, información y poder explicativo. (Estany y Izquierdo , 2001). Por otro lado un aprendizaje eficaz requiere que los alumnos operen activamente en la manipulación de la información, pensando y actuando sobre ella para revisarla, expandirla y asimilarla. (Barros, 2008)

### **2.3. Investigación sobre formación de Profesores en Ciencias**

Teniendo en cuenta el papel que juega el docente como intelectual generador de conocimiento en la producción de conocimiento disciplinar particular, durante los últimos años se han asumido grandes retos por parte de la Didáctica de las ciencias para lograr construir teorías sobre el conocimiento profesional del profesor(a) de ciencias y por otro lado, particularizar estas en torno al conocimiento escolar. En este sentido al hablar sobre la investigación en torno al profesor, podemos ubicar distintas denominaciones, perspectivas y preocupaciones de investigación. De igual manera, en las investigaciones se abordan distintos planteamientos sobre el conocimiento escolar que también es conocido como ciencia escolar, conocimiento científico escolar, contenido escolar, conocimiento en la escuela entre otros.

El cambio generado en la idea que se tenía de la investigación sobre el conocimiento del profesor, ha cambiado la concepción de enseñanza así como lo que implica producir conocimiento e investigar en la enseñanza. Sin embargo hay diferentes tendencias en las que no se reconoce un conocimiento específico de parte de profesor los aspectos referidos al para que y como enseñar.

Las investigaciones desarrolladas entorno a la didáctica de las ciencias muestran dificultades marcadas en lo que refiere a las formas clásicas de enseñar ciencia, entre estas destaca la influencia de los conceptos previos que tienen los estudiantes. Por ello el docente debe ser capaz de generar contextos de aprendizaje y a partir de ellos los alumnos desarrollaran ciertas habilidades. Se considera que estas deberían corresponder a las finalidades para la enseñanza de las ciencias. (Longhi, 2004)

La asimilación de los conceptos transmitidos por el docente y la capacidad de reproducirlos es indicador de que el proceso de enseñanza se ha alcanzado. Sin embargo se ha puesto en evidencia que la gran mayoría de conceptos no son aprendidos y mucho menos aplicados, tal es el caso de la geometría molecular, para la cual se hace necesario comprender varios conceptos para así conseguir un aprendizaje significativo sobre este tema en particular.

El desarrollo de nuevas tendencias constructivistas se han convertido en parte fundamental en la enseñanza de las ciencias, jugando un papel vital en la articulación, tanto en las investigaciones de diferentes aspectos del proceso enseñanza/aprendizaje de las ciencias, como de las aportaciones procedentes del campo de la epistemología, psicología del aprendizaje entre otras.

Algunos estudios como la tesis de Laurence Viennot (1976) pusieron su atención sobre el problema que cuestiona la efectividad de la enseñanza en casos donde el aprendizaje parece ser efectivo, llegando a la conclusión de que los errores conceptuales no constituían simples olvidos u olvidos momentáneos, sino que se expresan como ideas muy seguras y

persistentes, afectando de forma similar a alumnos de distintos países y niveles (incluyendo un porcentaje significativo de profesores). (Gil y Guzmán, 1993).

De esta manera el estudio de los errores conceptuales y sus efectos son punto de partida para una línea de investigación en la que se busca encontrar nuevas herramientas y estrategias que fortalezcan el aprendizaje, centrando la investigación en la comprensión de las causas y el diseño de estrategias que permitan superar los resultados negativos, teniendo en cuenta que estos son ideas espontaneas o preconcepciones que los estudiantes tienen previo al aprendizaje escolar, poniendo en tela de juicio el tipo de enseñanza habitual en la que la transmisión de conocimientos elaborados logre una recepción significativa, haciendo posible que los estudiantes asimilen e infieran los contenidos de manera adecuada.

Las investigaciones sobre errores conceptuales conducen a verificar la hipótesis de la existencia en los niños de ideas sobre temas científicos previos al aprendizaje escolar designadas como teorías ingenuas. A pesar de que el estudio de dichas teorías es reciente, algunos autores ya habían hablado de <la prehistoria del aprendizaje> (Vygotsky 1973), el estudio del origen psicológico de las nociones hasta el conocimiento pre científico Piaget (1971) o Ausubel (1978), poniendo en claro que estas ideas no se modifican fácilmente mediante la enseñanza habitual, incluso reiterada. Estas preconcepciones son el resultado de experiencias cotidianas, tanto físicas (como la idea de que las moléculas se representan en un plano bidimensional o de que los enlaces se distribuyen de la misma manera sin importar la molécula) como sociales (el lenguaje usado entorno a la geometría molecular, teorías de repulsión, enlaces, distribución etc.). De esta manera es necesario profundizar en el origen de esas preconcepciones para elaborar estrategias encaminadas a la comprensión eficaz de los conocimientos científicos por parte de los alumnos de todo nivel (escolar, universitario) e incluso de maestros en oficio, mostrando como la existencia de esquemas conceptuales espontáneos es difícilmente cuestionable, como resultado de una epistemología del sentido común que ha perdurado a lo largo de la historia y de la existencia del hombre mismo.

La existencia de estas preconcepciones no es por si sola el motivo por el cual se dan resultados negativos alrededor del proceso de enseñanza debido a que los conocimientos científicos no son construcciones fruto del azar sino resultado de una confrontación entre pre-concepciones científicas dotadas de cierta coherencia. Es así como el docente no puede negar la existencia de preconcepciones y la falta de comprensión de un tema, siendo esta falta de comprensión del profesorado un limitante en el desarrollo del conocimiento y en sí mismo de la enseñanza. La enseñanza habitual ignora aquello que los alumnos ya conocen, la creencia de que basta transmitir los conocimientos científicos de forma clara y ordenada para que los alumnos los comprendan. La ausencia de atención a lo que el alumno o alumna pueda pensar, a los obstáculos que esas preconcepciones puedan representar, resulta muy

evidente en los libros de texto, como han demostrado diversos análisis (Gene 1986; Carrascosa 1987). Puede decirse, en efecto, que en la gran mayoría de textos:

- ✓ No se incluyen actividades que permitan poner de manifiesto (directa o indirectamente) las posibles concepciones alternativas de los alumnos acerca de los temas estudiados.
- ✓ No se incluyen actividades ni se hacen referencias que lleven a analizar críticamente lo que el sentido común o la experiencia cotidiana acerca de los conceptos implicados.
- ✓ No se incluyen observaciones que llamen la atención sobre las ideas que históricamente han supuesto una barrera a la construcción de los conocimientos (y que podrían construir también una barrera para el aprendizaje de los alumnos) en el dominio considerado.
- ✓ No se incluyen actividades para ver en qué medida se ha conseguido la comprensión real de los conceptos introducidos, en qué medida las concepciones pre-científicas han sido superadas.

Además de esto, los mismos textos presentan en su contenido errores conceptuales que son transmitidos de manera directa, introduciendo conceptos de manera aporreada, es decir, sin referencia a los problemas que condujeron a su construcción (Otero 1985) ni detenerse en los conflictos de ideas que el tratamiento de esos problemas género. (Gil y Guzmán, 1993, pág. 26)

Esto indica que una enseñanza que se limita a presentar conocimientos elaborados, ocultando el proceso previo a su elaboración, hacen que las nuevas ideas sean de difícil asimilación, perdiendo su sentido en la medida en que el uso de determinados problemas exigen su elaboración. Por esta razón el aprendizaje de las ciencias implica ser capaz de utilizar el conocimiento científico (de la ciencia y sobre la ciencia) en situaciones de la vida cotidiana, también denominadas contextos, para tomar decisiones responsables (actuar). (Marchán y Sanmarti , 2015).

Es allí en esa búsqueda de un modelo que pueda articular los conocimientos previos con los conceptos científicos cuando se hace necesario el uso de escenarios en los que la ciencia-tecnología-sociedad brinde metodologías en las que se usen contextos de la vida cotidiana del alumnado como escenarios desde los cuales se pueda aprender ciencias.

#### **2.4. Importancia de la Geometría Molecular**

El estudio de la geometría para el ser humano significa comprender todo lo que le rodea ya que estudia todas las áreas, tales como el análisis matemático, ecuaciones diferenciales, la medida de la tierra y en este caso en la que nos vamos a basar; ni más ni menos importante, las aplicaciones que tiene en química.

Durante varias décadas la geometría ha formado parte de nuestro currículo educativo tanto de enseñanza como de aprendizaje, constituyendo parte de la cultura del ser humano encontrándose en todos los contextos y permitiendo al estudiante desarrollar su habilidad motriz, estética, reconociendo fenómenos matemáticos de la naturaleza, conduciendo a la comprensión del arte, etc. El estudio de la geometría ha sido durante mucho tiempo una preocupación por parte de los docentes involucrados en el ámbito educativo pues lo que siempre se pretende es desarrollar y dominar conceptos básicos sobre geometría, sus relaciones espaciales y manejar figuras planas de las moléculas, pero esto en gran medida depende de la calidad del docente ya que según autores como García y López (2008) consideran que para enseñar y aprender geometría se debe cultivar la inteligencia del estudiante desarrollando estrategias de pensamiento y descubriendo las propias posibilidades creativas del estudiante para que aprender esta materia sea interesante y útil.

Por otro lado Piaget (citado por Godino 2002) considera que “las primeras interacciones del niño pequeño con su entorno, previas al desarrollo del lenguaje, se basan casi totalmente en las experiencias espaciales, muy en particular a través de los sentidos de la vista y el tacto.”

De acuerdo con lo anterior, el estudio de la geometría es de gran importancia para el estudiante, ya que formar los conceptos fundamentales de la geometría es de gran utilidad en la vida cotidiana y más aún relacionarla con la geometría de las moléculas, teniendo en cuenta que si el estudiante comienza la comprensión de una estructura molecular, le da una base a que muchas propiedades de una sustancia dependen de dicha estructura, por tal razón reconocer la incidencia que tienen las propiedades físicas y químicas de los compuestos, le da un acercamiento al estudiante a nueva terminología de la química, abarcando conceptos como la polaridad, la solubilidad, el punto de fusión y de ebullición, la reactividad química y las funciones biológicas. Asimismo se debe hacer un énfasis en la necesidad de la comprensión de estos nuevos conceptos, pues el estudiante no siempre alcanza a comprender del todo aquello que se les enseña, lo que repercute en una deficiencia en los conocimientos previos dificultando este aprendizaje. Por ende se debe hacer un análisis de la abstracción que tiene el estudiante sobre la geometría molecular y sus conceptos relacionados, pues hablar de moléculas y más detallado de modelos moleculares y de cómo se trabajan las representaciones para explicar las estructuras de las moléculas resulta una tarea de gran importancia para el docente y para el estudiante.

## **2.5. Enseñanza de la Geometría Molecular**

Qué debe haber en una actividad para que la llamemos "enseñanza", una respuesta posible es que debe haber al menos dos personas, una de las cuales posee cierto conocimiento, habilidad u otra forma de contenido, mientras que la otra no lo posee; y el poseedor intenta transmitir el contenido al que carece de él, llegando así al establecimiento de una relación entre ambos, con ese propósito.

Se generan entonces varias dudas referentes a la enseñanza y aprendizaje y del cómo están ligados un concepto del otro. La dependencia ontológica lleva al investigador a deducir las correlaciones como resultados del hecho que el profesor mejore las capacidades y aptitudes que necesita el estudiante para ser un estudiante. Pero este concepto es más paralelo al de enseñanza. Pues sin estudiantes, no tendríamos el concepto de enseñante; sin profesores no tendríamos el concepto de alumno. Por tal razón son conceptos ontológicamente dependientes. Por ejemplo los profesores explican, describen, definen, refieren, corrigen y estimulan. Los alumnos repiten, practican, piden ayuda, repasan, controlan, sitúan fuentes y buscan materiales de estudio. Por tal razón la tarea del profesor es apoyar el deseo del estudiante a “estudiantar” (ser estudiante) y mejorar su capacidad de hacerlo.

Sin duda, parece raro usar la palabra “estudiantar” como verbo intransitivo. Esto se debe probablemente al hecho de que hacemos desempeñar al término aprendizaje, usándolo algunas veces para referirnos a lo que el estudiante realmente adquiere de la instrucción (rendimiento) y otras para referirnos a los procesos que el estudiante usa para adquirir el contenido (tarea). Debido a que el término «aprendizaje» funciona tanto en el sentido de tarea como en el de rendimiento, es fácil mezclar ambos y sostener, por lo tanto, que la tarea de la enseñanza es producir el rendimiento del aprendizaje, cuando en realidad tiene más sentido sostener que una tarea central de la enseñanza es permitir al estudiante realizar las tareas del aprendizaje. (Fenstermacher, 2006)

Habla del concepto de estudiantar como “ser estudiante”. Mediante este término podemos afirmar que la condición de estudiante o de alumno es, con mucho el concepto más paralelo al de enseñar. Se establecen algunas funciones que realizan los estudiantes y los profesores:

Profesor:

- Explica, refiere
- Descubre, corrige
- Define, estimula

Alumno:

- Repite, repasa
- Práctica, controla
- Pide ayuda, sitúa referentes
- Buscan materiales de estudio

La tarea de enseñar consiste en permitir la acción de estudiar; consiste en enseñarle al estudiante como aprender. Aunque una de las tareas más inmediatas del profesor es permitirle al alumno aprender los contenidos académicos, las tareas secundarias, y a menudo determinan si van a cumplirse las tareas inmediatas y más amplias.

Se espera que los estudiantes de Licenciatura en Química adquieran una comprensión profunda de la geometría molecular en sus estudios universitarios, pero una gran parte de ellos presenta serias y marcadas deficiencias que afectan negativamente la comprensión de diversas asignaturas y conceptos. Uno de los puntos más débiles de los alumnos es el relacionado con las habilidades de percepción espacial. Es decir, los alumnos memorizan estructuras y las dibujan en un plano sin ser capaces de visualizarlas en tres dimensiones. Por tanto, el trabajo con modelos estructurales es de la máxima importancia. Pero no basta con ver los modelos, sino que el mayor aprovechamiento posible se consigue si el estudiante construye el modelo y lo manipula él mismo.

La forma tradicional de enseñar los principios de Estructura Molecular (modelo VSEPR “Repulsión de los Pares Electrónicos de la Capa de Valencia”) es que los estudiantes memoricen sin una adecuada comprensión de la misma. Además, muchos estudiantes tienen dificultades de percepción espacial, son incapaces de crear imágenes tridimensionales de lo que tienen dibujado en un papel, y no relacionan los dibujos de las moléculas en un plano con su estructura tridimensional.

Aunque se han propuesto diversas analogías para ayudar a visualizar el modelo VSEPR, un método muy adecuado para mejorar las habilidades de visión espacial de los estudiantes y su comprensión de la estructura molecular es el uso de modelos construidos por ellos mismos con plastilina y palillos. A la conocida mejora de las habilidades espaciales tras los entrenamientos con modelos, se añade una mejora adicional pues los estudiantes no sólo manipulan modelos estructurales sino que los construyen ellos mismos. Se avanzan así pasos en el camino:

- Estructura dibujada en papel
- Visión de modelos tridimensionales
- Manipulación de los modelos
- Construcción de los modelos

La combinación de este procedimiento apoyado con la visualización de vídeos o modelos estructurales en la pantalla de un sistema operativo, permite a los estudiantes relacionar las estructuras que dibujan en papel con las imágenes que ven en pantalla y con los modelos tridimensionales que tienen en sus manos, adquiriendo las competencias básicas de percepción espacial imprescindibles para el estudio de la Química.

### **Enseñanza contemporánea de la geometría molecular**

Hay que resaltar que todos los modelos y representaciones sobre la Geometría Molecular y estructura molecular contemporáneas se basan en la Cuántica, razón por la cual se hace necesario que se presenten de tal forma a los estudiantes. No es posible que casi un siglo después de que se hayan realizado los principales estudios en estos campos, la enseñanza de los mismos se haga de una manera superficial, llena de inconsistencias y falsedades,



inculcando en los estudiantes conocimientos erróneos lejanos de un verdadero conocimiento útil para la acción y comprensión del mundo contemporáneo.

En este sentido lo que se hace necesario enseñar a los estudiantes es algo que permita asimilar que los átomos, electrones, núcleos, enlaces y moléculas son objetos cuánticos como punto de partida para los adelantos científicos relevantes del siglo XX. Razón por la cual se hace necesario que este problema se investigue seriamente y sea centro de investigaciones didácticas por parte de los que enseñan ciencia en específico la química, la cual ha sido una de las ciencias en que menos se han hecho estudios importantes en comparación con la Biología, la Física y la Matemática.

De esta manera la creación y uso de herramientas didácticas que busquen solucionar este problema son importantes en la formación docente ya que nadie puede enseñar lo que ignora, razón por la que es indispensable que los profesores conozcan las teorías atómicas y moleculares basadas en la Mecánica Cuántica y tengan la habilidad de manejarlas. Por esta razón si se pretende que nuestra sociedad avance de acuerdo a los requerimientos del Siglo XXI se hace necesario que en las aulas se enseñe de manera adecuada las teorías atómicas y moleculares contemporáneas, entendiendo que los modelos corrientes de átomos, moléculas en los que se basa la Geometría Molecular son objetos matemáticos que requieren un buen uso operacional y que profesionales bien formados en este sentido desarrollen investigaciones serias sobre la manera de enseñar estos temas sin engañar a los estudiantes ni a ellos mismos.

## **2.6. Aspectos Históricos y Epistemológicos de la Geometría Molecular**

Desde la consolidación de la química como ciencia, se hace énfasis en la constitución de los compuestos, empleando para ello diferentes teorías que permitan dar explicación a fenómenos observados experimentalmente, que han evolucionado en la medida que las técnicas se van perfeccionando y arrojan información más detallada de los compuestos químicos. La construcción de una teoría referente a la estructura de los compuestos orgánicos se inicia en 1780, cuando se hace una primera diferenciación entre dichos compuestos de los inorgánicos; siendo reconocidos como compuestos orgánicos aquellos que pueden ser obtenidos de organismos vivos, e inorgánicos aquellos que provienen de fuentes no vivas. Sin embargo, es en 1784 cuando Antoine Lavoisier identifica al carbono, hidrógeno y oxígeno como los elementos orgánicos por excelencia, hecho que fomenta el estudio de la estructura de los compuestos de manera que se vislumbran las explicaciones al respecto a través de teorías estructuradas. (Asimov, 1975)

### **Las primeras teorías atomistas**

¿Qué ocurriría si dividiéramos un trozo de materia muchas veces? ¿Llegaríamos hasta una parte indivisible o podríamos seguir dividiendo sin parar?. Los filósofos de la antigua Grecia discutieron bastante sobre este tema. El problema es que estos no utilizaban ni la

medición ni la experimentación para llegar a conclusiones, por tanto, no seguían las fases del método científico. De esta forma, se establecieron dos teorías: atomista y continuista, que se basaban en la existencia de partes indivisibles o en que siempre se podía seguir dividiendo.

En el siglo V a.C., Leucipo pensaba que sólo había un tipo de materia. Sostenía, además, que si dividíamos la materia en partes cada vez más pequeñas, acabaríamos encontrando una porción que no se podría seguir dividiendo. Un discípulo suyo, Demócrito, bautizó a estas partes indivisibles de materia con el nombre de átomos, término que en griego significa "que no se puede dividir". De acuerdo a esto, los atomistas pensaban que todo está hecho de átomo entonces si dividimos una sustancia muchas veces, llegaremos a ellos, por ende las propiedades de la materia variaban según como se agrupaban los átomos. Demócrito también postuló que los átomos son indivisibles, y se distinguen por forma, tamaño, orden y posición, entonces los átomos estuvieron y estarán siempre en movimiento y son eternos. El movimiento de los átomos en el vacío es un rasgo inherente a ellos, un hecho ligado a su existencia, infinito, eterno e indestructible.

Con el auge del Cristianismo y la caída del Imperio Romano, la teoría atómica fue abandonada por casi dos milenios en favor de las distintas teorías de los cuatro elementos y algunas teorías alquímicas. El s. XVII, sin embargo, tuvo un renacimiento en la teoría atómica principalmente a través de las obras de Descartes, Pierre Gassendi e Isaac Newton. Basándose en las antiguas teorías atómicas griegas para explicar cómo las más pequeñas partículas de materia se unían, Descartes visualizó que los átomos se mantenían unidos con ganchos microscópicos.

En la mitad de la década de 1770, se creía generalmente que cualquier teoría que involucraba partículas con ganchos físicos era considerada "química Cartesiana". De forma similar, Gassendi, quien había escrito recientemente un libro acerca de la vida de Epicuro, razonó que al tomar en cuenta el tamaño y forma de los átomos moviéndose en el vacío se podían explicar las propiedades de la materia. El calor se debía a átomos pequeños y redondos; el frío se debía a átomos piramidales con puntas agudas, lo cual explicaba la sensación punzante del frío severo; los sólidos se mantenían juntos al entrelazar ganchos.

Newton, a pesar de reconocer las teorías de unión atómica del tiempo tales como los "átomos enganchados", "átomos engomados" (cuerpos en reposo) y la teoría de "unión por movimientos conspiratorios"; creyó en su lugar que las partículas se atraían entre sí mediante alguna fuerza, la cual "en contacto inmediato es extremadamente fuerte, en distancias cortas realiza las operaciones químicas y alcanza no más allá de las partículas con algún efecto sensible".

De forma más concreta, el concepto de agregados o unidades de átomos unidos, "moléculas", tiene sus orígenes en la hipótesis de Robert Boyle de 1661, en su famoso

tratado *The Sceptical Chymist* ("El químico escéptico") que establece que la materia se compone de clústeres de partículas y que el cambio químico resulta de un reacomodo de dichos clústeres. Boyle argumentó que los elementos básicos de la materia consistían en varias formas y tamaños de partículas, llamados "corpúsculos", que eran capaces de acomodarse a sí mismos en grupos.

En 1808, John Dalton publicó su teoría atómica, que retomaba las antiguas ideas de Leucipo y Demócrito pero basándose en una serie de experiencias científicas de laboratorio esta teoría atómica de Dalton es posiblemente el primer documento reportado que se tiene del uso de los modelos moleculares, y que a su vez abrió el camino para el afianzamiento de una química disciplinaria, de un campo de conocimiento paradigmático, alrededor del problema de la sustancialidad de la materia, su estructura y sus interacciones (Sánchez, 2005).

Dalton dio a lugar a describir que la materia estaba formada por minúsculas partículas indivisibles llamadas átomos. Postulo que los átomos de un mismo elemento químico son iguales entre sí y diferentes a los átomos de los demás elementos. Así asigno a cada elemento conocido un símbolo distinto, su símbolo químico que con posterioridad ha ido cambiando hasta llegar a los modernos símbolos actuales.

Por otro lado a lo largo de la historia de la electricidad se han ideado distintos aparatos para saber si un cuerpo está electrizado o no. Algunos de estos aparatos permiten comprobar que los cuerpos que tienen carga del mismo signo se repelen y si tienen cargas de distinto signo, se atraen. En general, la materia es eléctricamente neutra, es decir, tiene la misma cantidad de cada tipo de carga. Si adquiere carga, tanto positiva como negativa, es porque tiene más cantidad de un tipo que de otro.

Entonces a comienzos del siglo XIX se presentaba la siguiente situación:

- Dalton había demostrado que la materia estaba formada por átomos.
- Existían experiencias de fenómenos eléctricos que demostraban que la materia podía ganar o perder cargas eléctricas.

Por tanto, esas cargas eléctricas debían de estar de alguna forma en el interior de los átomos. Si esto era cierto, la teoría de Dalton era errónea, ya que decía que los átomos eran indivisibles e inalterables. Debido a que no podían verse los átomos, se realizaron experimentos con tubos de descarga o tubos de rayos catódicos y así, de esta manera, se observaron algunos hechos que permitieron descubrir las partículas subatómicas del interior del átomo. Los tubos de rayos catódicos eran tubos de vidrio que contenían un gas a muy baja presión y un polo positivo (ánodo) y otro negativo (cátodo) por donde se hacía pasar una corriente eléctrica con un elevado voltaje. Esto con el fin de determinar la composición del átomo, y verificar que el átomo estaba constituido por otras partículas.

## **El descubrimiento del electrón, protón y neutrón**

El físico J. J. Thomson realizó experiencias en tubos de descarga de gases. Observó que se emitían unos rayos desde el polo negativo hacia el positivo, los llamó rayos catódicos. Al estudiar las partículas que formaban estos rayos se observó que eran las mismas siempre, cualquiera que fuese el gas del interior del tubo. Por tanto, en el interior de todos los átomos existían una o más partículas con carga negativa llamadas electrones. Es la primera partícula subatómica que se detecta.

Thomson elaboró en 1898 el modelo del "pastel de pasas" de la estructura atómica, en la que sostenía que los electrones eran como 'pasas' negativas incrustadas en un 'pudín' de materia positiva.

Más adelante, el físico alemán E. Goldstein realizó algunos experimentos con un tubo de rayos catódicos con el cátodo perforado. Observó unos rayos que atravesaban al cátodo en sentido contrario a los rayos catódicos. Recibieron el nombre de rayos canales. El estudio de estos rayos determinó que estaban formados por partículas de carga positiva y que tenían una masa distinta según cual fuera el gas que estaba encerrado en el tubo. Esto aclaró que las partículas salían del seno del gas y no del electrodo positivo. Al experimentar con hidrógeno se consiguió aislar la partícula elemental positiva o protón, cuya carga es la misma que la del electrón pero positiva y su masa es 1837 veces mayor.

Luego se realizaron diversos experimentos y se comprobó que la masa de protones y electrones no coincidía con la masa total del átomo; por tanto, el físico E. Rutherford supuso que tenía que haber otro tipo de partícula subatómica en el interior de los átomos. Estas partículas se descubrieron en 1932 por el físico J. Chadwick. Al no tener carga eléctrica recibieron el nombre de neutrones. El hecho de no tener carga eléctrica hizo muy difícil su descubrimiento. Los neutrones son partículas sin carga y de masa algo mayor que la masa de un protón.

Para retomar la historia de la idea errónea de Dalton en que los átomos se enganchaban entre sí para formar moléculas, la obra famosa de Amedeo Avogadro de 1811, "Ensayo acerca de la determinación de masas relativas de moléculas elementales de los cuerpos", él establece esencialmente, de acuerdo con la obra de Partington, Breve historia de la Química, que:

“Las partículas más pequeñas de los gases no necesariamente son átomos simples, sino que están hechos de un número particular de estos átomos unidos por atracción para formar una sola molécula.”

Nótese que ésta no es una traducción literal. Avogadro usa el término "molécula" tanto para átomos como para moléculas. Específicamente, él usa el término "molécula elemental"

cuando se refiere a átomos y, para complicar más el asunto, se refiere también a "moléculas compuestas" y "moléculas complejas".

Durante su estadía en Vercelli, Avogadro escribió una nota en la cual declaró la hipótesis de lo que hoy en día se conoce como la Ley de Avogadro: Volúmenes iguales de gases, a temperatura y presión constantes, contienen el mismo número de moléculas. Esta ley implica que la relación entre las masas de volúmenes iguales de gases distintos en la misma temperatura y presión, corresponde a la relación entre sus pesos moleculares respectivos. De tal forma, las masas moleculares relativas podían ser calculadas a partir de las masas de muestras de gas.

Avogadro desarrolló esta hipótesis para mediar la Ley de Gay-Lussac de 1808 con la teoría atómica de Dalton de 1803. La dificultad más grande que tuvo que resolver Avogadro fue la confusión que existía en ese momento acerca de los átomos y las moléculas. Una de las contribuciones más importantes de la obra de Avogadro fue distinguir claramente una de la otra, admitiendo que las partículas simples también podían estar compuestas de moléculas y que éstas a su vez están compuestas de átomos. Dalton, por su parte, no consideró esta posibilidad. Curiosamente, Avogadro considera sólo a las moléculas que contienen números pares de átomos; él no dice por qué se deja fuera de la teoría a los números impares.

En 1826, continuando el trabajo de Avogadro, el químico francés Jean-Baptiste Dumas escribe:

“Los gases en circunstancias similares están compuestas de moléculas o átomos dispuestos a la misma distancia, lo cual es lo mismo que decir que contienen el mismo número en el mismo volumen.”

En coordinación con estos conceptos, el químico francés Marc Gaudin presentó en 1833 una cuenta clara de la hipótesis de Avogadro, acerca de las masas atómicas, haciendo uso de "diagramas de volumen", que muestran claramente ambas geometrías moleculares semi correctas, tal como una molécula lineal de agua, y fórmulas moleculares correctas, tales como H<sub>2</sub>O.

Con todo lo anterior se dio el comienzo de lo que hoy conocemos como geometría molecular, pues estos autores dieron sus ideas y experimentos para dar lugar al estudio más profundo del comportamiento de las moléculas. Con las primeras representaciones bidimensionales de Dalton, luego con las representaciones de Van't Hoff y Fischer, las cuales daban lugar a determinar la posición de las moléculas, se da una apertura a un grande estudio de todos los aspectos relacionados con este tema.

## 2.7. Didáctica para la Geometría Molecular

Para abordar el concepto de Geometría Molecular, los profesores de química emplean distintas representaciones, que van desde fórmulas estructurales dibujadas en un tablero hasta el empleo de los modelos de barras y bolas de los que disponen en su ejercicio docente.

El uso de unidades didácticas que tengan como eje fundamental no solo la importancia del uso de modelos, sino la necesidad de los mismos para la construcción estructurada de conocimiento científico es la propuesta planteada que postula que su uso requiera también la comprensión y construcción de los mismos, de manera que el proceso sea un espacio donde los estudiantes “se vean inmersos en actividades planificadas que desarrollen también una forma de pensar que incluya por lo menos los elementos principales del modelo y que pueda ser utilizada en otras situaciones, relacionadas o no, con las ciencias”. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos (2006)

Para que el estudiante aprenda conceptos de manera constructivista requiere que le den significado a los contenidos, dejando de lado el aprendizaje memorístico que fácilmente se olvida. En 1963 David Ausubel (1918 – 2008) en su teoría psicológica de aprendizaje en el aula, fundamentado en una perspectiva constructivista considera al estudiante como un procesador activo de la información, de forma que el aprendizaje es un proceso sistemático y organizado distante del aprendizaje memorístico donde el alumno no integra nuevos conceptos, razón por la cual no logra un verdadero aprendizaje significativo en el que relacione los conceptos relevantes presentes en su estructura cognitiva.

Para que los estudiantes desarrollen un significado psicológico del concepto de Interacciones Moleculares y Geometría Molecular, es necesario que primero adquieran saberes básicos sobre modelación, competencia necesaria para entender y aplicar el concepto trabajado, de ahí que lo primordial es el planteamiento de actividades prácticas con materiales caseros y el uso de software de modelación molecular, además de la solución de situaciones problema cuyo objetivo es que el estudiante vea reflejados y aplique en su realidad, los conceptos trabajados en clase.

Uno de los proyectos interdisciplinarios que más ha tomado fuerza en los últimos años en ciencia es aquel que agrupa aspectos sociales y medioambientales con la ciencia y la tecnología, denominado CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) o CTSA ( si se incluye el Medioambiente ).Estos proyectos brindan a los estudiantes ciertas destrezas para comprender el mundo que los rodea, preparándolos para ser ciudadanos responsables del entorno en que viven.

Más recientemente los proyectos STEM (derivado del inglés Science, Technology, Engineering y Mathematics) y más concretamente la variante denominada STEAM (en la que se incorpora el arte) pretenden trabajar los elementos curriculares de cada materia, así

como las competencias, actitudes y comportamientos que derivan de ellas, que tienen como herramienta de unión a la Tecnología ,teniendo como principal característica la experimentación para la formación práctica de los alumnos a partir de un trabajo global de las materias. Este aprendizaje interdisciplinar busca satisfacer las necesidades que el alumno tiene en el aula favoreciendo la motivación intrínseca, la autoestima y las relaciones sociales dando la oportunidad a los estudiantes de aplicar sus conocimientos a través de la experimentación, aumentando su capacidad para resolver problemas mediante la investigación, la comunicación y la capacidad de gestión.

# **CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO**



### **3. Metodología**

Lograr que los alumnos aprendan ciencia, y lo hagan de un modo significativo y relevante, requiere superar no pocas dificultades aplicadas al aprendizaje de la química. Cabe afirmar que la adquisición del conocimiento científico requiere un cambio profundo de las estructuras conceptuales y las estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana, y que ese cambio, lejos de ser lineal y automático, debe ser el producto laborioso de un largo proceso de instrucción. En otras palabras, parece que la adquisición del conocimiento científico, es una construcción social, que sólo podrá alcanzarse mediante una enseñanza eficaz que sepa afrontar las dificultades que ese aprendizaje plantea. Para ello, vamos a retomar las relaciones entre aprendizaje y enseñanza. Si se señala la necesidad de diferenciar entre el currículo que enseñan los profesores y el que aprenden los alumnos, se intentan aproximar los procesos de enseñanza y aprendizaje, analizando las diversas estrategias y enfoques de enseñanza frente al aprendizaje de la ciencia.

La labor de la educación científica es lograr que los alumnos construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contextos y situaciones. De esta forma, el currículo de ciencias, desarrollado a través de las actividades de aprendizaje y enseñanza, deben servir como una auténtica ayuda pedagógica, una vía para que el alumno acceda a formas de conocimiento que por sí mismas le serían ajenas o al menos muy distantes. (Pozo, 2006)

Es importante comprender no sólo las implicaciones últimas de cada propuesta curricular, en la medida en que se apoye en uno u otro enfoque de la enseñanza de la ciencia sino, por encima de ellas, la necesidad de que los distintos educativos compartan o al menos negocien una misma concepción educativa.

Por tal motivo este trabajo se sustenta bajo un modelo constructivista apoyado en el conocimiento didáctico del contenido (CDC) como estrategia a partir de la cual se examinan las concepciones que presentan los estudiantes que se están formando en el campo de las ciencias como futuros maestros (más específicamente en el campo de la química y a las temáticas relacionadas con la geometría molecular) con el fin de contribuir al fortalecimiento de los contenidos que más se enseñan, las mejores formas de representar las ideas, las analogías más adecuadas, ejemplos, ilustraciones etc. Para con ello hacer de la geometría molecular una rama de la química mucho más entendible así como las estrategias, principios y formas mediante las cuales se puedan representar el conocimiento del contenido en base al conocimiento general de la materia en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

### 3.1. El conocimiento del contenido

En el marco del conocimiento profesional del profesor (CPP) se exponen algunas ideas sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) a partir de las formulaciones de su precursor, Lee Shulman, quien formuló esta idea inicial alrededor de la expresión Pedagogical Content Knowledge (PCK).

Se destaca el papel de esta perspectiva en la construcción de una identidad profesional, al plantear elementos para el desarrollo de un cuerpo epistemológico propio de la profesión docente. Dentro de las características que se le otorgan al CDC se destacan su teoría al mezclar los contenidos temáticos propios de la disciplina con su enseñanza, de tal forma que el profesor sea portador de una versatilidad al momento de desempeñar su práctica docente en el contexto del aula; así como su carácter crítico, a través de la reflexión sobre la acción, producto de los diversos conocimientos que lo integran.

El programa inicial de Shulman, con unas características propias pretende estudiar el conocimiento que los profesores tienen de la materia que enseñan. Implica una comprensión de lo que significa la enseñanza de un tópico particular, así como de los principios, formas y modos didácticos de representación. Parece que este conocimiento (CDC) se construye con y sobre el conocimiento del contenido de la materia (CM), conocimiento pedagógico general y conocimiento de los alumnos. (Bolívar, 2005)

Cabe relacionar el CM y CDC con tres posibles tipos de derivaciones (Marks, 1990):

- Considerar que algunos aspectos pedagógicos del contenido estarían ya arraigados en el CM, como sería, secuenciar primero los tópicos de enseñanza y, a continuación, adoptar representaciones didácticas del contenido. Esta derivación implicaría un proceso de interpretación, dado que el contenido es examinado en su estructura y significado para transformarlo de modo que sea comprensible a un grupo de alumnos.
- Otros aspectos derivarían de conocimientos pedagógicos generales: emplear, por ejemplo, determinadas estrategias didácticas generales. Este proceso sería de especificación, es decir aplicar determinados principios pedagógicos en la enseñanza de un determinado tópico.
- Otros, en fin, derivarían indistintamente del conocimiento de la materia, de los principios pedagógicos o de otras construcciones previas del CDC. El conocimiento involucrado en este proceso sería una síntesis de los tres aspectos.

El CDC, pues, es una subcategoría del conocimiento del contenido e incluye diversos componentes: “los tópicos que más regularmente se enseñan en un área, las formas más útiles de representación de las ideas, las analogías más poderosas, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, y, en una palabra, la forma de representar y formular la

materia para hacerla comprensible a otros” (Shulman, 1986). Esta forma de conocimiento integra (Grossman, 2005), entre otros, estos cuatro componentes:

1. Conocimiento de la comprensión de los alumnos: modo cómo los alumnos comprenden un tópico disciplinar, sus posibles malentendidos y grado de dificultad
2. Conocimiento de los materiales curriculares y medios de enseñanza en relación con los contenidos y alumnos
3. Estrategias didácticas y procesos instructivos: representaciones para la enseñanza de tópicos particulares y posibles actividades, tareas
4. Conocimiento de los propósitos o fines de la enseñanza de la materia: concepciones de lo que significa enseñar un determinado tema (ideas relevantes, prerrequisitos, justificación, etc.).

Entonces el CDC no consistiría simplemente en disponer de un repertorio de múltiples representaciones de una materia, además “está caracterizado por modos de pensar que facilitan la generación de estas transformaciones, el desarrollo del razonamiento didáctico” (Bolívar, 2005), lo que le da el carácter de ser un conocimiento específico. La cualidad de los profesores con CDC la capacidad para organizar el currículo de modo narrativo, en formas de relatos (“curriculum stories”) que sean significativas y accesibles para los alumnos.

Este CDC, frecuentemente puede entrar en contradicción con el que viene expresado en los libros de texto. En su trabajo cotidiano el profesor con CDC, como agente de desarrollo curricular, establece una relación entre su conocimiento, el expresado en el texto escolar y el contexto de su clase. Ello le lleva frecuentemente a considerar incompleto el texto, completarlo con otros, o simplemente considerar determinados aspectos como “mal planteados”. Recrear o reconstruir el contenido de acuerdo con las perspectivas propias y el contexto de la clase, convirtiéndolo en “enseñanza” sería realizar el CDC. Por eso Shulman, en otro ensayo señala: “nuestro modelo asume que el CDC está en la base de la realización del potencial del curriculum” (Shulman, 1986).

Entre los componentes del CDC se han resaltado también las concepciones, valores y creencias de lo que significa enseñar una determinada materia en un determinado nivel y contexto. A modo de marco organizativo o mapa conceptual estaría en la base de la toma de decisiones curriculares sobre los materiales y medios, objetivos que se proponen en sus clases, las tareas apropiadas que realizan y los criterios y formas que emplean para evaluar el aprendizaje (Grossman, 2005). Cada profesor con experiencia, frente a los novatos, tiene determinadas orientaciones valorativas en su enfoque didáctico de los contenidos, que explican la orientación de su enseñanza. Reconociendo Shulman el papel de los valores en el contenido de la enseñanza, frente a algunas críticas, lo ha calificado como el “aspecto olvidado en el paradigma ausente”.

Por último, Shulman ha subrayado, frente a una lectura parcial de su trabajo, que el conocimiento profesional comprende una comprensión moral que pueda dirigir y guiar su práctica como un servicio a otros. Un profesional actúa con un sentido de responsabilidad personal y social, empleando sus conocimientos teóricos y habilidades prácticas dentro de una matriz de comprensión moral. (Bolívar, 2005)

La profesionalidad, pues, incluye entre sus componentes, en primer lugar, una ética profesional y, más ampliamente, el compromiso activo con el servicio a la ciudadanía. Por tanto, las instituciones de educación superior deben contribuir a que los futuros profesionales desarrollen una visión y sentido moral, que pueda guiar su práctica y refleje en sus acciones un conjunto de virtudes morales. Ello fuerza a preparar a los profesionales, y especialmente a los educadores, a comprender las complejidades éticas y morales de su papel, para tomar decisiones informadas en su práctica profesional.

### **3.2. Modelo de Investigación Cualitativa**

La investigación cualitativa es aquella donde se estudia la calidad de las actividades, relaciones, asuntos, medios, materiales o instrumentos en una determinada situación o problema. La misma procura por lograr una descripción holística, esto es, que intenta analizar exhaustivamente, con sumo detalle, un asunto o actividad en particular. A diferencia de los estudios descriptivos, correlacionales o experimentales, más que determinar la relación de causa y efectos entre dos o más variables, la investigación cualitativa se interesa más en saber cómo se da la dinámica o cómo ocurre el proceso de en qué se da el asunto o problema. (Sandoval, 2002)

Los puntos de referencia epistemológicos, que hemos expuesto en la parte precedente, son los que le dan sentido a los momentos en los que se ha conceptualizado el proceso de investigación cualitativa. Los momentos en cuestión son los de formulación, diseño, gestión y cierre. A través de ellos es posible trascender la mera descripción, permitiendo el acceso a formulaciones de tipo comprensivo en algunos casos, y explicativas en otros (Sandoval, 2002). Los de orden cualitativo le apuntan más a un esfuerzo por comprender la realidad social como fruto de un proceso histórico de construcción visto a partir de la lógica y el sentir de sus protagonistas, por ende, desde sus aspectos particulares y con una óptica interna.

La investigación cualitativa brinda una perspectiva revitalizada sobre la relación sujeto-objeto-contexto, brinda una comprensión cercana a las interacciones sociales y de la historia de manera tal que se entiende al sujeto como productor de conocimiento proponiendo ciertos elementos que en un orden metodológico se logre formalizar la investigación.

La investigación enmarcada en la metodología cualitativa presenta marcados prejuicios por parte de las instituciones académicas, pues se afirma que este tipo de metodología adolece

de problemas de imprecisión y de validación, pues no se basa en criterios estandarizados como las pruebas matemáticas. Esto se ha convertido en una tendencia generalizada que no considera a la investigación cualitativa como componente innegable de las dinámicas sociales incluso de esas en las que se encuentran modeladas matemáticamente. Sin embargo la investigación cualitativa no se soporta en ninguna prueba de tipo matemático ya que lo que esta busca es la comprensión de los problemas que se plantean masno la explicación o comprobación de los fenómenos que resultan a raíz del problema de investigación.

La investigación cualitativa no pretende explicar ni transformar la realidad sino comprenderla, para lo cual debe hacer una lectura que trascienda los fenómenos para develar sus significados e intereses. Por lo tanto, el desarrollo de una investigación cualitativa transcurre en el ambiente natural en que suceden los hechos y en que se considera como componente fundamental el contexto en el cual se sitúa el hecho social (Rojas, 2005).

La apropiada y lógica convención de los métodos y pasos desarrollados se denomina como Metodología de la investigación Esta debe constituirse como un punto central sobre la manera de aproximarse y construir un conocimiento despertando la innegable discusión en lo que refiere a la supremacía de un método sobre otro. En el desarrollo de la investigación cualitativa la ontología, la epistemología y la metodología estructuran los mecanismos y herramientas que se acoplan a las necesidades que genere el problema. La epistemología cuestiona la manera en la que se relaciona la manera en la que investigamos y la forma en la que conocemos y construimos el conocimiento para luego mediante la metodología articular la manera en la que obtenemos ese conocimiento.

La relación que tiene estos tres elementos es el problema central en la investigación ya que son quienes orientan los tópicos centrales entorno a los cuales se construyen los contextos donde se desarrolla la investigación.

Desde el punto de vista metodológico la investigación cualitativa presenta múltiples perspectivas sobre el tipo de técnicas e instrumentos usados, además de la necesidad de cuantificar información con el fin de sustentar cualquier formulación propuesta. Desde una perspectiva distributiva, la encuesta, la obtención de respuestas por medio de esta vía, sirve como punto de referencia del lenguaje y da oportunidad para una exploración diagnóstica sobre los lineamientos generales que conforman el problema a desarrollar sin olvidar que la finalidad de toda investigación, desde su misma definición, se orienta hacia profundizar y aumentar el conocimiento sobre alguna disciplina determinada.

### **Características**

Un proceso de investigación cualitativa tiene dos características esenciales:

- ✓ Proceso total de estudio sobre la naturaleza del mundo social; donde se apropia de aquellas situaciones complejas de la sociedad, es decir, que se centra en el conocimiento en profundidad.
- ✓ Proceso simultaneo de construcción del conocimiento; ya que las estrategias utilizadas para su desarrollo no se presentan en una secuencia lógicamente orientada, pues involucra necesariamente grupos conceptuales del tema que se esté indagando. Por ende exige que el investigador desde su iniciación tenga una labor cotidiana de análisis y de construcción de la información.

### **Proyecto de investigación**

Uno de los problemas a los que nos vemos enfrentados con el diseño de un proyecto de investigación cualitativa es esa noción de que a diferencia de otras metodologías de investigación, no requieren una formulación operativa previa ya que el método se construye durante el proceso. Esto no implica que la metodología cualitativa sea rigurosa, pues en la práctica se pretende que se diseñe un plan de análisis donde se realice la recolección y construcción del dato y se finalice con la revisión y el análisis de la información.

Estos problemas también vienen dados por las características teóricas técnicas y la escasa tradición que tenemos en los medios académicos. Por tal razón es importante señalar los pasos para la construcción de un trabajo:

- ✓ Se comienza con un enfoque; tema o asunto, puede cambiar y con ello los procedimientos.
- ✓ La teoría no se establece “a priori” esta emerge de la indagación.
- ✓ El muestreo se interesa por el concepto o fenómeno. Esto se hace para maximizar el campo o área relacionada con ella; se busca la variación y rango:
  - Analizar datos de una manera inductiva y abierta.
  - La duración de un estudio es difícil de predecir, se suelen establecer por restricciones prácticas.
  - Dificultades para determinar los resultados.

Cabe resaltar que a diferencia de otras metodologías de investigación cualitativa, los diseños emergen en los contextos de indagación en un proceso de desarrollo. Por tal razón otro tipo de proceso en un ámbito más práctico Hammersley restituye seis pasos sencillos del diseño de una investigación cualitativa:

1. Preguntas preliminares
2. Desarrollo del problema, expresado en cuestiones para obtener resoluciones teóricas.
3. Selección de los lugares, construcción de los contextos. Selección de los informantes.
4. Fase exploratoria del estudio inicial donde se responda a la pregunta planteada.

5. Muestreo; selección teórica e intencional de casos (tiempo, persona, contexto).
6. Acceso a la información.

Lo anterior a tener en cuenta donde se denote el proceso de construcción, en términos conceptuales, de los contenidos de la indagación. Mostrando profundidad y densidad en el diseño operativo de la investigación.

### 3.3. Categorías de Análisis

A continuación se describe el cuadro de indicadores bajo el cual se fundamentó el análisis correspondiente a los cuestionarios y entrevistas aplicadas a los docentes en formación inicial, con el fin de conocer de manera detallada sus concepciones sobre; conceptos básicos en geometría molecular, historia y epistemología y estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias:

#### Cuadro de indicadores específicos a evaluar en los docentes en formación inicial:

CATEGORÍA	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Los profesores en formación manejan los contenidos básicos disciplinares sobre geometría molecular.	Ideas relacionadas con la noción de átomo. Ideas átomo: siglo XVII, Isaac Newton – siglo XIX, Avogadro y Dalton – Noción actual siglo XX.	Átomo como partícula fundamental de la materia indivisible. Composición atómica actual.
	Ideas relacionadas con la noción de molécula. Idea molécula del siglo XX Avogadro.	Conjunto de átomos que se relacionan entre sí de manera directamente proporcional para formar moléculas. Conjunto de átomos que se relacionan entre en diferentes proporciones para formar moléculas.
	Ideas relacionadas con las propiedades periódicas de los elementos.	La historia del descubrimiento de la tabla periódica (Propiedades periódicas).
	Ideas relacionadas con las interacciones que presentan los átomos.	Tipos de enlaces e interacciones que presentan las moléculas a partir de la naturaleza de los átomos que la conforman (covalente, iónico, polar, no polar fuerzas de Van der Walls, puentes de hidrógeno).
	Ideas relacionadas con la ubicación espacial de los átomos en una molécula (teorías de enlace).	Teoría de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (RPEV). Teoría de los orbitales moleculares (simple, doble, triple).
	Ideas relacionadas con geometría molecular.	Representaciones planas o tridimensionales de las moléculas.
Los profesores en formación	Desarrollo histórico de	Diagramas moleculares de Dalton.

conocen sobre la naturaleza histórica y epistemológica de los contenidos referentes a la geometría molecular.	conocimientos en torno a la geometría molecular.	Representaciones coplanarias o bidimensionales de las moléculas. Formulas berzelianas. Proyecciones de Van't Hoff, tetraedros sólidos. Representaciones de Fischer.
	Epistemología del conocimiento científico de la geometría molecular.	Filosofía del método científico como búsqueda de explicaciones científicas para el desarrollo de la química como ciencia.
La importancia que tiene el conocimiento didáctico del contenido en las estrategias usadas en la enseñanza de la geometría molecular.	Ideas relacionadas con el aprendizaje y la enseñanza de la geometría molecular.	Relación estudiante profesor como eje fundamental para el desarrollo de un aprendizaje significativo.
	Ideas relacionadas con la evaluación de la geometría molecular.	Elaboración de modelos científicos escolares para entender cómo se construye y se valida el conocimiento científico, en torno a la naturaleza de las ciencias. Constructivismo como la teoría del conocimiento para el desarrollo de la ciencia.
	Ideas relacionadas con contenidos conceptuales a abordar en un curso de química de educación media sobre geometría molecular.	Desarrollo de competencias comunicativas para afianzar el proceso de aprendizaje de las ciencias. Dominio del lenguaje científico como herramienta para fortalecer los conceptos básicos de la geometría molecular.
	Ideas relacionadas con contenidos actitudinales y procedimentales a abordar en un curso de química de educación media sobre geometría molecular.	Actividades de investigación escolar como estrategia para promover un aprendizaje articulado y contextualizado de los contenidos en geometría molecular. Aplicación de estrategias didácticas para la realización de actividades experimentales fundamentadas en el proceso de aprendizaje de la geometría molecular.

### 3.4. Estrategias a desarrollar con los docentes en formación inicial

Frente a la idea de que la mejor forma de enseñar ciencia es transmitir a los alumnos los productos de la actividad científica, es decir, los conocimientos científicos, otra corriente importante en la educación científica, es la de asumir que la mejor manera de que los alumnos aprendan ciencia es haciendo ciencia, y que su enseñanza debe basarse en experiencias que les permitan investigar y reconstruir los principales descubrimientos científicos (Pozo, 2006). Este enfoque se basa en el supuesto de que la metodología



didáctica más potente es de hecho la propia metodología de la investigación científica. Nada mejor para aprender ciencia que seguir los pasos de los científicos, enfrentarse a sus mismos problemas para encontrar las mismas soluciones.

Se aplicaran instrumentos como entrevistas y cuestionarios de escala Likert para examinar las concepciones que presentan los estudiantes que se están formando en el campo de las ciencias como futuros maestros (más específicamente en el campo de la química y a las temáticas relacionadas con la geometría molecular) con el fin de contribuir al fortalecimiento de los contenidos que más se enseñan, las mejores formas de representar las ideas, las analogías más adecuadas, ejemplos, ilustraciones etc. Para con ello hacer de la geometría molecular una rama de la química mucho más entendible así como las estrategias, principios y formas mediante las cuales se puedan representar el conocimiento del contenido en base al conocimiento general de la materia en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

La estrategia didáctica se aplicara en dos estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas pertenecientes al Proyecto Curricular de Licenciatura en Química que estén en la práctica profesional docente. Se llevara a cabo de 3 etapas fundamentales, en las cuales se implementaron las actividades respectivas con los instrumentos propuestos con el fin de recolectar los datos necesarios para desarrollar los objetivos propuestos en esta investigación:

#### **Etapas iniciales:**

- Aplicación cuestionario I y entrevista. Anexo 1.

Se aplicó un cuestionario y una entrevista con el fin de dar un acercamiento de lo que saben los profesores en formación sobre los contenidos básicos disciplinares en geometría molecular.

- Aplicación de cuestionario II y entrevista. Anexo 1.

Se aplicó un cuestionario y una entrevista con el fin de dar un acercamiento de los conocimientos que tienen los profesores en formación sobre la naturaleza histórica y epistemológica de los contenidos referentes a la geometría molecular.

- Aplicación de cuestionario III y entrevista. Anexo 1.

Se aplicó un cuestionario y una entrevista con el fin de dar un acercamiento sobre el conocimiento didáctico del contenido y las estrategias usadas en la enseñanza de la geometría molecular.

### **Etapa media (intervención)**

Se realizó una recopilación de los datos obtenidos tras la aplicación de los cuestionarios I, II y III y sus respectivas entrevistas para dar un diagnóstico sobre que tanto saben los docentes en formación inicial en base al conocimiento científico, conocimiento didáctico del contenido y conocimiento histórico epistemológico de la geometría molecular.

### **Etapa final**

Se realiza la socialización de las entrevistas propuestas en el Anexo 1 para la articulación de ideas que promuevan la caracterización didáctica en los profesores en formación inicial en torno a los conceptos básicos y modelos de representación en torno a la geometría molecular, tal y como se muestra en el Anexo 2.

# **CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### 4. Análisis de Resultados

Se presentan y analizan los resultados obtenidos al aplicar tres cuestionarios a profesores en formación de Licenciatura en química intervenidos en esta investigación, esto permite conocer y estudiar los fundamentos teóricos que presentan sobre geometría molecular. Primeramente, se muestran y analizan los resultados obtenidos individualmente por cada docente en formación para luego dar un análisis general. Los cuestionarios están estructurados bajo tres ejes fundamentales, el primero para reconocer en cada docente en formación los **Conceptos básicos que tienen sobre Geometría Molecular**, el segundo cuestionario para afianzar el **Desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias**, y por último el tercer cuestionario que da cuenta del conocimiento de **Estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias**.

De la misma manera, se analizan los resultados obtenidos al aplicar otro instrumento como son las entrevistas, luego de estudiar los cuestionarios propuestos, con la intencionalidad de socializar los resultados para luego favorecer en ellos una caracterización didáctica, tal y como se espera en esta investigación, y finalizar con la construcción de la unidad didáctica.

Los cuestionarios se aplican en forma de instrumento de Escala Likert, el cual consiste en un conjunto de proposiciones donde los profesores en formación de acuerdo a sus conocimientos e ideas, podrían responder si se encontraban De acuerdo (1), o Declararse neutros y no dar opinión (2), o En desacuerdo (3) con la proposición presentada.

##### 4.1. Resultados individuales en torno a los conocimientos personales que presentan los Profesores en formación de Licenciatura en Química.

En el cuadro 1, se presentan las valoraciones iniciales de los profesores en formación sobre el reconocimiento de conceptos básicos en Geometría Molecular (resultado de la aplicación del instrumento cuestionario 1); en el cuadro 2, se presenta las valoraciones iniciales de los profesores en formación sobre el Desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias (resultado de la aplicación del instrumento cuestionario 2); y en el cuadro 3 se presenta las valoraciones iniciales de los profesores en formación sobre las Estrategias usadas para la Enseñanza de las Ciencias (resultado de la aplicación del instrumento cuestionario 3). Además la justificación de cada uno de los ítems está planteada en el cuadro de indicadores específicos a evaluar en los docentes en formación inicial.

**Cuadro 1. Valoraciones iniciales de los profesores en formación de Licenciatura en Química sobre los Conceptos Básicos en Geometría Molecular (Cuestionario 1).**

Ítem	Contenido del Ítem	Valoración Marcela	Valoración Juan
1	Se consideraba al átomo como la partícula más pequeña, indivisible e infinitamente minúscula.	3	3

2	Una molécula es un conjunto de átomos, ya sean iguales o diferentes, que se encuentran unidos mediante enlaces químicos los cuales constituyen la mínima porción de una sustancia que puede ser separada sin que sus propiedades sean alteradas.	2	3
3	Cada elemento posee características que le confieren ciertas propiedades únicas respecto a los demás. En base a estas propiedades se define su ubicación en la tabla periódica.	3	3
4	Si pudiéramos observar las moléculas por dentro con un potente lente, veríamos que los átomos que las conforman se ubican en el espacio en posiciones bien determinadas. El ordenamiento tridimensional de los átomos en una molécula se llama geometría molecular.	3	3
5	En una molécula con enlaces covalentes hay pares de electrones que participan en los enlaces o electrones enlazantes, y electrones desapareados, que no intervienen en los enlaces o electrones no enlazantes. La interacción eléctrica que se da entre estos pares de electrones, determina la disposición de los átomos en la molécula.	3	3
6	La molécula de agua $H_2O$ posee dos enlaces simples O - H y tiene dos pares de electrones no enlazantes en el átomo de oxígeno. Su geometría molecular es angular.	3	3
7	La molécula de amoníaco ( $NH_3$ ) presenta 3 enlaces simples N - H y posee un par de electrones no enlazantes en el nitrógeno. La geometría molecular es piramidal.	3	3
8	La molécula de metano ( $CH_4$ ) tiene cuatro enlaces simples C - H y ningún par de electrones enlazantes. Su geometría molecular es tetraédrica.	3	3
9	Uno de los métodos para predecir la geometría molecular aproximada, está	2	3

	<p>basada en la repulsión electrónica de la órbita atómica más externa, es decir, los pares de electrones de valencia alrededor de un átomo central se separan a la mayor distancia posible para minimizar las fuerzas de repulsión. Estas repulsiones determinan el arreglo de los orbitales, y estos, a su vez, determinan la geometría molecular, que puede ser lineal, trigonal, tetraédrica, angular y piramidal trigonal.</p>		
10	<p>La forma de las moléculas es el resultado de las direcciones en que se ubican los electrones enlazantes.</p>	3	2
11	<p>No se puede predecir la geometría molecular a partir de las estructuras moleculares de Lewis. Sin embargo, hay un procedimiento sencillo que permite la predicción de la geometría general de una molécula con bastante éxito, si se conoce el número de electrones que rodean al átomo central. El fundamento de este enfoque está en la idea de que los pares de electrones de la capa de valencia se repelen entre sí.</p>	2	3
12	<p>Muchas propiedades físicas y químicas, tales como el punto de fusión, punto de ebullición, densidad y los tipos de reacciones que pueden derivar en propiedades de las moléculas, se ven afectadas por la geometría molecular.</p>	1	3
13	<p>Si la diferencia de electronegatividad es grande, como en la molécula de HCl el enlace será fuertemente polar; si la diferencia es pequeña el enlace será ligeramente polar; y si la diferencia es cero el enlace será no polar.</p>	3	2
14	<p>Las fuerzas dipolo- dipolo se dan cuando dos moléculas polares (dipolo) se aproximan, se produce una atracción entre el polo positivo de una de ellas y el negativo de la otra. Entre mayor sea la polarización de dichas moléculas mayor es la fuerza.</p>	3	3
15	<p>Las fuerzas de London o de Van der</p>	3	1

	Waals se dan en las moléculas no polares donde se produce transitoriamente un desplazamiento relativo de los electrones originando un polo positivo y otro negativo (dipolo transitorio) que determinan una atracción entre dichas moléculas.		
--	---	--	--

**Cuadro 2. Valoraciones iniciales de los profesores en formación de Licenciatura en Química sobre el Desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias (Cuestionario 2).**

Ítem	Contenido del Ítem	Valoración Marcela	Valoración Juan
1	Las posiciones de unos círculos con respecto a otros indicaban las relaciones espaciales que, en opinión de Dalton, podían prevalecer entre los átomos, o la geometría de la molécula.	1	3
2	No todas las posiciones de los átomos de una molécula representadas en el sistema de Dalton son coplanarias (bidimensionales).	2	3
3	Berzelius desarrolló un sistema de notación química en el cual a los elementos se les denotaba con símbolos simples, tales como O para el oxígeno, o Fe para el hierro, con las proporciones señaladas por números.	3	3
4	Una fórmula berzeliana no puede mostrar la geometría completa de las posiciones de los átomos de una molécula porque está restringida a la línea en que se escribe. Sin embargo, puede representar parcialmente la geometría molecular mediante las posiciones de los símbolos de los elementos en una dimensión.	2	3
5	Van't Hoff desarrolló un sistema para representar la geometría del carbono mostrando proyecciones en perspectiva de tetraedros sólidos tras la necesidad de mostrar modelos en los que se representara la geometría molecular en tres dimensiones.	3	3
6	Las proyecciones de Fischer surgieron	3	3

	como una alternativa clara para mostrar todos los átomos de una molécula haciendo convencionales las relaciones espaciales para que se pudieran dibujar con facilidad.		
7	La ciencia es un conjunto de conocimientos, procedimientos y valores creados por la humanidad mediante el uso de una modalidad de pensamiento a la que se ha llamado método científico.	2	3
8	La fuente del conocimiento científico, el método científico, no es otra cosa que el pensamiento creativo, un modo de pensar y de investigar, que cuenta con un procedimiento de validación imprescindible como lo es la experimentación y la observación.	1	2
9	Los estudios de filosofía y de historia de la ciencia cambiaron la idea de cómo se produce el conocimiento científico, los que llevo a sustituir el modelo inductivista de la ciencia por otro que dio mayor importancia a las teorías científicas (constructivista), cuestionándose el origen y la evolución de estas teorías a través de la historia.	3	3

**Cuadro 3. Valoraciones iniciales de los profesores en formación de Licenciatura en Química sobre las Estrategias usadas para la Enseñanza de las Ciencias (Cuestionario 3).**

Ítem	Contenido del Ítem	Valoración Marcela	Valoración Juan
1	Sabemos que en el proceso enseñanza aprendizaje inciden múltiples factores para el éxito o fracaso del mismo que determinarán la calidad de los resultados. En la interacción del proceso participan dos elementos de vital importancia como son el maestro y el alumno, quienes de acuerdo a sus expectativas hacia el aprendizaje desarrollarán una buena o mala relación.	1	3
2	Lograr que los alumnos aprendan ciencia, y lo hagan de un modo significativo y relevante, requiere	3	3



	superar las dificultades aplicadas al aprendizaje de la química. Cabe afirmar que la adquisición del conocimiento científico requiere un cambio profundo de las estructuras conceptuales y las estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana, y que ese cambio, lejos de ser lineal y automático, debe ser el producto laborioso de un largo proceso de instrucción.		
3	La labor de la educación científica es lograr que los alumnos construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contextos y situaciones.	2	2
4	Para poder elaborar modelos científicos escolares apropiados para los alumnos es necesario incorporar la naturaleza de la ciencia en el currículo, teniendo en cuenta las consecuencias de los modelos didácticos que se manejen.	3	3
5	La construcción del conocimiento presenta tres fases: la fase del descubrimiento, la fase de la justificación o evaluación y la fase de comunicación. Las cuales buscan explicar fenómenos propios de la ciencia.	3	3
6	El alumnado no aprende los conceptos sueltos, sino conformando conjuntos que tienen sentido para ellos, es decir, construyendo modelos mentales sobre los fenómenos que se muestran en la ciencia escolar.	3	3
7	Las actividades más apropiadas para la comprensión de la naturaleza de la ciencia son las actividades investigativas (estudio de casos históricos y contemporáneos), las actividades de modelización (argumentación y comunicación) y las actividades que impliquen la discusión de controversias científico tecnológicas.	3	3

8	Enseñar a leer, escribir y hablar ciencia es esencial para el aprendizaje de esta área del conocimiento, y es una tarea que solo puede realizar el profesorado de ciencias.	3	3
---	---	---	---

Los tres diferentes cuestionarios se aplicaron con cada profesor de forma separada. A continuación se describe el análisis de los resultados anteriormente presentados en los cuadros 1, 2 y 3.

**MARCELA:**

Marcela, de acuerdo a los conocimientos que tiene sobre los conceptos básicos sobre geometría molecular antes de la socialización podemos decir que:

- Considera al átomo como la partícula fundamental de la materia.
- No tiene claro el concepto de molécula ni sus interacciones.
- Conoce la relación que existe entre las propiedades periódicas de un elemento y su ubicación en la tabla periódica.
- Tiene claro el concepto de geometría molecular.
- Tiene conocimiento superficial acerca de las teorías de repulsión electrónica.
- Relaciona correctamente las teorías de repulsión electrónica con la geometría de las moléculas.
- No tiene clara la influencia que tiene la geometría molecular con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.
- Comprende los tipos de fuerzas intermoleculares que presentan las moléculas.

De acuerdo a las respuestas obtenidas se puede evidenciar que Marcela tiene una idea algo retrograda respecto a la definición de átomo ya que se limita a decir que es la partícula fundamental, indivisible e infinitamente minúscula de la materia, sin tener en cuenta la evolución histórica que ha presentado el concepto y las nuevas teorías atómicas que demuestran que el átomo está compuesto por subpartículas, lo que conlleva a que tampoco tenga clara la forma en la que se constituyen las moléculas y las características que estas presentan.

También ha sido posible identificar que Marcela relaciona correctamente las propiedades periódicas con la ubicación que presenta cada elemento en la tabla periódica, entendiendo como fueron clasificados según las similitudes que presentan encasillándolos en grupos y periodos. Por lo tanto Marcela puede relacionar dicha posición con la naturaleza de cada elemento y el tipo de interacciones o enlaces que puede presentar en el momento de conformar una molécula lo que finalmente determina la geometría molecular.

Sin embargo en el momento de definir la geometría molecular que presenta una molécula presenta vacíos teóricos, pues aunque tiene la idea de cómo se conforman los enlaces sin importar la cantidad de electrones enlazantes y no enlazantes que posea el átomo central, como se evidencia en las estructuras de Lewis, no tiene clara la forma en la que las

interacciones electrónicas que se presentan en la órbita atómica más externa busca minimizar las fuerzas de repulsión que presenta la molécula y a su vez determinar la geometría molecular.

Por otro lado aunque conoce los tipos de enlaces y su naturaleza no relaciona esta con las propiedades físicas y químicas de las moléculas, desconociendo como la disposición que presentan dichos enlaces generan variaciones dependiendo la reacción en la que pueden participar, la manera en la que forma estructuras cristalinas, su solubilidad, etc.

En cuanto a las concepciones que Marcela presenta en torno al desarrollo histórico y epistemológico de las ciencia se puede decir que:

- Desconoce el surgimiento de la forma coplanaria (bidimensional) en que Dalton representaba la geometría molecular.
- Conoce el sistema de notación científica de Berzelius pero no la manera en la que se representa la posición de los átomos mediante una fórmula berzeliana.
- Tiene conocimiento sobre las representaciones históricas de Van't Hoff y proyecciones de Fischer sobre geometría molecular.
- Desvirtúa la importancia del método científico como herramienta de pensamiento científico.
- Conoce la importancia que tuvo el cambio de modelo inductivista al modelo constructivista.

De acuerdo con las respuestas obtenidas en el segundo cuestionario, se puede evidenciar que Marcela no tiene un conocimiento detallado sobre los modelos que históricamente han mostrado representaciones de los átomos y moléculas. No conoce, como las representaciones de Dalton brindaron un primer acercamiento respecto a las relaciones espaciales y las posiciones de los átomos en una molécula; para Dalton, cada elemento está formado por una clase de átomos, distinto en sus propiedades y, justamente, es esta distinción lo que separa un elemento de otro y los hace diferentes. Así, asignó a cada elemento conocido un símbolo distinto, su símbolo químico que con posterioridad ha ido cambiando hasta llegar a los modernos símbolos químicos actuales.

Por otra parte, teniendo en cuenta el desarrollo histórico que se dio en el siglo XIX Marcela tiene una idea superficial sobre el sistema de notación química desarrollada por Berzelius el cual denotaba a cada elemento con un sistema de letras que venía acompañado de números que representaban la proporción de cada átomo presente en determinada molécula; tenía conocimiento de los símbolos pero no de cómo se representaba la proporción de cada átomo.

De igual manera representaciones como las de Van't Hoff y Fischer hacen parte de los conocimientos históricos que posee Marcela sobre representaciones atómicas de las moléculas, sin embargo dicho conocimiento se limita a comprender como se representaban en el papel mas no de cómo se dio su evolución a través del tiempo.

Marcela, para dar su opinión con respecto al método científico no lo relaciona con un

pensamiento crítico algorítmico que se corrobora a través de la experimentación, estructurado mediante una serie de procedimientos que buscan comprobar si una hipótesis es cierta o no. Por lo tanto epistemológicamente no valida el conocimiento científico que se da por este método. Sin embargo conoce la importancia que tuvo la filosofía para el cambio en los modelos de pensamiento al pasar de un modelo netamente inductivista a un modelo de pensamiento constructivista, el cual tuvo su mayor representación en la construcción de un conocimiento científico. Denota su falta de conocimiento en el desarrollo histórico de las ciencias.

Para el último cuestionario de estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias, se puede decir que Marcela:

- Desconoce la importancia de los algunos factores que inciden en el proceso de enseñanza.
- Conoce la importancia de generar un cambio conceptual y didáctico en los estudiantes.
- No relaciona los conceptos de ciencia con ejemplos de la vida cotidiana, desconociendo la importancia de la construcción de este conocimiento.
- Entiende la importancia que tiene el uso de un modelo didáctico apropiado para lograr un conocimiento científico.
- Valora la importancia de la construcción de modelos mentales en el afianzamiento del conocimiento científico.
- Considera importante el uso de actividades investigativas y de modelización por parte del profesor para lograr un aprendizaje en cualquier área del conocimiento.

Teniendo en cuenta la opinión de Marcela sobre las estrategias que se usan en la enseñanza de las ciencias, se puede evidenciar que en proceso de enseñanza aprendizaje no valora la importancia que debe tener una buena relación entre el profesor y el estudiante; como eje fundamental para la construcción del conocimiento, siendo este un factor de vital importancia según el modelo constructivista, en el que se hace necesario que dicha interacción se mantenga a lo largo del proceso para obtener resultados óptimos, y así, lograr que en todo el proceso de enseñanza aprendizaje tenga una estructura y un funcionamiento sistémico, es decir, este conformado por elementos o componentes estrechamente interrelacionados. Este enfoque conlleva a realizar un análisis de los distintos tipos de relaciones que operan en mayor o menor medida en los componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin embargo Marcela considera importante que los estudiantes aprendan ciencia, y que lo hagan de un modo significativo, porque para lograr un cambio conceptual es necesario que las concepciones erradas que se tienen debido a vacíos conceptuales generados en su formación académica, logren ser identificados y posteriormente superados para, de esta forma generar un mejor aprendizaje de las ciencias.

Marcela, desvirtúa la importancia que tiene la relación del conocimiento científico con el conocimiento cotidiano, pues piensa que aunque es importante aprender ciencia, no tiene en cuenta que las experiencias de la vida cotidiana pueden tomarse como ejemplos para

explicar conceptos de ciencia, y con esto generar que el estudiante encuentre nuevas formas de entender la ciencia relacionando su entorno con conceptos científicos y se pueda facilitar su aprendizaje haciendo de este no tan lineal y en cambio buscar más estrategias didácticas para su afianzamiento.

Por otra parte a pesar de que Marcela no tiene en cuenta la importancia de la relación del conocimiento cotidiano y el conocimiento científico sabe que la construcción de modelos mentales juega un papel importante; ya que estos modelos son representaciones internas de una realidad externa de cada individuo, y pueden facilitar la manera en que el estudiante asimile conceptos científicos.

**JUAN:**

Juan, de acuerdo a los conocimientos que tiene sobre los conceptos básicos sobre geometría molecular antes de la socialización podemos decir que:

- Considera al átomo como la partícula fundamental de la materia.
- Tiene claro el concepto de molécula y sus interacciones.
- Conoce la relación que existe entre las propiedades periódicas de un elemento y su ubicación en la tabla periódica.
- Tiene conocimiento superficial sobre el concepto de geometría molecular.
- Tiene conocimiento acerca de las teorías de repulsión electrónica.
- Relaciona correctamente las teorías de repulsión electrónica con la geometría de las moléculas.
- No tiene clara la influencia que tiene la geometría molecular con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.
- Comprende algunos tipos de fuerzas intermoleculares que presentan las moléculas.

De acuerdo a las respuestas obtenidas se puede evidenciar que Juan presenta una idea básica fundamentada en las teorías antiguas respecto a la definición de átomo, pues se limita a describir el átomo como la partícula fundamental, indivisible e infinitamente minúscula de la materia, sin tener en cuenta los modelos actuales que demuestran que el átomo está compuesto por subpartículas, pero entiende la forma en la que los átomos se relacionan para formar moléculas.

Además ha sido posible identificar que Juan relaciona de manera correcta las propiedades periódicas de cada elemento con su ubicación en la tabla periódica, por tal razón entiende como se distribuyen los elementos según las similitudes que presentan clasificándolos en grupos y periodos. Por ende Juan relaciona la ubicación de cada elemento con su naturaleza y de la misma forma comprende los tipos de interacciones o enlaces que presentan al formar una molécula. Esto finalmente es lo que determinara la geometría molecular.

Juan, tiene el conocimiento necesario de definir la geometría molecular que puede presentar una molécula, pues sabe, la forma de cómo se da distribución espacial de los átomos en una molécula y de cómo se conforman los enlaces sin importar la cantidad de

electrones enlazantes y no enlazantes que posea el átomo central, como se muestran en las estructuras de Lewis. También tiene claro como a través de la reducción de las fuerzas de repulsión que se dan en la órbita atómica más externa se forman las interacciones electrónicas las que a su vez determinan la geometría molecular.

Por otra parte, si conoce los tipos de enlaces y su naturaleza no tiene claridad sobre cómo estos enlaces determinan la capacidad de los compuestos para participar en distintas reacciones y la manera en que dichos enlaces denotan características físicas y químicas, tales como la solubilidad, la polaridad, punto de ebullición, punto de fusión entre otras. De igual Juan, se muestra en desacuerdo con el enunciado del cuestionario donde habla sobre las fuerzas de London y de Van der Waals, pues no tiene clara la definición de cada una de ellas presentando vacíos teóricos de los temas.

En cuanto a las concepciones que Juan presenta en torno al desarrollo histórico y epistemológico de las ciencia se puede decir que:

- Conoce la forma coplanaria (bidimensional) en que Dalton representaba la geometría molecular.
- Tiene conocimiento del sistema de notación científica de Berzelius y la manera de cómo representaba la posición de los átomos mediante una formula berzeliana.
- Reconoce los modelos sobre las representaciones históricas de Van't Hoff y proyecciones de Fischer sobre geometría molecular.
- Desmerita la importancia del método científico como herramienta de pensamiento científico.
- Conoce la importancia que tuvo el cambio de modelo inductivista al modelo constructivista.

De acuerdo con las respuestas obtenidas en el segundo cuestionario, se puede evidenciar que Juan, conoce los modelos que históricamente han mostrado representaciones de los átomos y moléculas. En este caso las representaciones de Dalton, pues muestran la manera de cómo se representaron inicialmente las relaciones en el espacio y las posiciones de los átomos en una molécula; ya que para Dalton, cada elemento poseía propiedades distintas, lo que separa un elemento de otro. Adicionalmente, estableció para cada elemento un símbolo distinto, su símbolo químico que con posterioridad ha ido cambiando hasta llegar a los modernos símbolos químicos actuales.

De igual manera Juan comprende los enunciados sobre las representaciones de Van't Hoff y de Fischer, entendiendo como ellos a través de sus modelos representaban de manera hipotética la forma en la que se distribuían los átomos en una molécula, siendo esta de manera tridimensional (para Van't Hoff) y en las proyecciones de Fischer la molécula se dibuja en dos dimensiones tratando de mostrar la geometría de una molécula en el plano.

Por otra parte, Juan teniendo en cuenta el desarrollo histórico que se dio en el siglo XIX, tiene una idea clara sobre el sistema de notación química desarrollada por Berzelius donde mediante un sistema de letras y números explicaba la proporción de cada átomo presente en determinada molécula.

Sin embargo Juan, no lo cree que el método científico presente pensamiento crítico secuencial comprobado a través de la experimentación y conformado mediante procedimientos con la finalidad de comprobar hipótesis. Por lo tanto no valida el conocimiento científico que se da por este método. A pesar de esto tiene en cuenta el desarrollo histórico que tuvo la filosofía en los cambios que se generaron del modelo de pensamiento netamente inductivista al modelo de pensamiento constructivista, el cual tuvo su mayor representación en la construcción de un conocimiento científico.

Para el último cuestionario de estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias, se puede decir que Juan:

- Conoce la importancia de los factores que se tienen en cuenta en el proceso de enseñanza.
- Conoce la importancia de generar un cambio conceptual y didáctico en los estudiantes.
- No relaciona los conceptos de ciencia con ejemplos de la vida cotidiana, desconociendo la importancia de la construcción de este conocimiento.
- Entiende la importancia que tiene el uso de un modelo didáctico apropiado para lograr un conocimiento científico.
- Valora la importancia de la construcción de modelos mentales en el afianzamiento del conocimiento científico.
- Considera importante el uso de actividades investigativas y de modelización por parte del profesor para lograr un aprendizaje en cualquier área del conocimiento.

Teniendo en cuenta la opinión de Juan sobre la interacción que debe presentarse en el proceso de la enseñanza de las ciencias entre el estudiante y el docente, se puede evidenciar que en proceso de enseñanza aprendizaje Juan, otorga el valor y la importancia adecuada en dicha relación como eje fundamental para la construcción del conocimiento científico; factor de vital importancia según el modelo constructivista, bajo el cual se hace necesario que esta interacción permanezca vigente durante el proceso, con el fin de cumplir a cabalidad con los objetivos propuestos y de esta manera lograr que en el proceso de enseñanza aprendizaje se mantenga una estructura y un funcionamiento integral. Este enfoque requiere un análisis detallado de las relaciones que se dan en los componentes del proceso de enseñanza aprendizaje según sea el caso.

Además de lo anterior, Juan comprende la importante que tiene el hecho de que los estudiantes aprendan ciencia de un modo significativo, ya que, para lograr un cambio conceptual se requieren que dichas concepciones erróneas que se han adquirido en su formación académica generando vacíos conceptuales, puedan identificarse y a la postre ser superados para así lograr un mejor aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo Juan, no le da la importancia necesaria a la relación que debe presentar el conocimiento científico con el conocimiento cotidiano, ya que para él, es importante que los estudiantes aprendan ciencia, pero que no relacionen esa ciencia con las experiencias de la vida cotidiana y que estas puedan tomarse como puntos de referencia para explicar

conceptos de ciencia. Por tal razón, se debe incentivar al estudiante para que descubra a través de la relación del entorno con conceptos científicos nuevas formas de entender la ciencia y se pueda facilitar su aprendizaje haciendo de este no tan lineal y en cambio buscar más estrategias didácticas para su afianzamiento.

Juan considera que la construcción de modelos mentales es importante como herramienta para articular conceptos sueltos que se relacionen y tienen sentido para ellos, y de esta manera explicar fenómenos de la vida cotidiana en el ámbito académico. También tiene en cuenta que las actividades investigativas como lo son el estudio de casos históricos y contemporáneos, las actividades de modelización tales como la argumentación y comunicación y las actividades que impliquen la discusión de controversias científico tecnológicas son importantes en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Teniendo en cuenta los resultados de los cuestionarios aplicados y su análisis, para cada profesor en formación inicial de manera individual, se procede a realizar la entrevista (instrumento 2) que se encuentra en el anexo 1, con el fin de tener un idea más clara de las ideas y perspectivas que presentan sobre las temáticas relacionadas con la geometría molecular, historia, epistemología y estrategias usadas para la enseñanza de dicha temática. A continuación se realiza un análisis detallado de las respuestas que se presentan en el anexo 1.

### **MARCELA**

Con el fin de conocer de manera más detallada los conceptos básicos que tiene Marcela sobre geometría molecular, se sometió a una entrevista de la cual se evidencia que:

Las concepciones que tiene acerca del átomo, fueron basadas en los profesores que tuvo a lo largo en su formación académica, los cuales enfatizan que, para entender las ciencias hay que entender su naturaleza y que por ende facilita el estudio de sus postulados. Marcela tiene presente como durante el desarrollo histórico de las ciencias, científicos como Isaac Newton y Avogadro contribuyen a la evolución del concepto de átomo pero sin tener un conocimiento detallado de todas las contribuciones que se dieron entre los siglos XVII Y XIX, pues no se ha articulado de forma lineal históricamente, sino que las ha adquirido de forma desordenada razón por la cual no relaciona que a lo largo de la historia se han generado controversias de acuerdo al concepto de átomo y que de allí se estructuraron las nuevas teorías atómicas que dan una explicación contemporánea del concepto.

Por otro lado, a partir de las propiedades que tienen los elementos, Marcela tiene claro algunos de ellos tienen similitudes tanto físicas como químicas, lo que ha hecho que a través de la historia se hayan propuesto varias maneras de organizarlos de forma sistémica, Marcela tiene conocimiento de esto pero desconoce la evolución histórica que dicha evolución ha tenido, limitándose a entender que actualmente los elementos se organizan en grupos y periodos de acuerdo a sus características pero desconoce la forma en que dicha organización tuvo su inicio con la importancia de las triadas de Dobereiner, quien propuso



el ordenamiento de los elementos que son semejantes en propiedades de 3 en 3, a lo que denominó “triadas”. Dobereiner además propuso que la masa atómica del elemento central es aproximadamente la semisuma de las masas atómicas de los elementos extremos (Díaz, 2012). Por tal razón se agrupan primera vez aquellos elementos que tienen propiedades similares, anticipándose el concepto de “familias químicas” que vendría más tarde. Es por este desconocimiento histórico que Marcela no tiene clara la manera en la que se comenzó la organización de los elementos; aunque conozca las reglas que rigen de la tabla periódica actual.

A partir de la organización que tienen los elementos en la tabla periódica, Marcela sabe cómo las propiedades periódicas varían para cada grupo y periodo, lo que le da la posibilidad a cada elemento de poder relacionarse de manera diferente, es decir, poder formar enlaces de distinta naturaleza dependiendo de la molécula en la que se vea involucrado. Lo que finalmente determinara la geometría molecular de las moléculas. Aunque lo anterior para Marcela es claro, desconoce la forma en que dicha geometría molecular le confiere a los compuestos sus propiedades físicas y químicas.

Como Marcela presentaba vacíos teóricos e históricos referentes a las propiedades periódicas de los elementos, hace que también desconozca la forma en que las diferencias de electronegatividades que se presentan en el momento de formar un enlace entre dos átomos diferentes determinen el tipo de enlace que se forma; siendo este enlace iónico o covalente según el valor numérico que presente dicha diferencia.

Por otro lado se realiza otra entrevista a Marcela para analizar el conocimiento del desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias y se puede notar que:

A lo largo de la historia se realizaron diferentes aportes que llevaron a establecer el actual modelo de geometría molecular. Dichos aportes tuvieron importancia en su momento ya que permitieron estructurar diferentes teorías de acuerdo a los aportes de cada autor y que pudieran representarse de manera hipotética la forma en que las moléculas se distribuían en el espacio, por tal razón Marcela tiene un conocimiento básico de las representaciones bidimensionales que propuso Dalton estableciendo la referencia en la masa de un átomo de hidrógeno donde pudo construir un sistema de masas atómicas relativas. También conoce que a partir de la teoría atómica de Dalton, los químicos intentaron conjugar las masas atómicas de los elementos con sus propiedades, y empezaron a clasificar los elementos por sus propiedades análogas. De la misma manera entiende la forma que llevo Berzelius a calcular las masas atómicas de los elementos conocidos esto hace posible ordenarlos según esta propiedad. Berzelius crea una notación simplificada que utiliza una o dos letras para representar a los distintos elementos. Este sistema de símbolos es el que se sigue utilizando en la actualidad. Además, estableció una escala correcta de pesos atómicos. Sin embargo aunque Marcela tiene conocimiento sobre los primeros aportes bidimensionales dados por Dalton y Berzelius, no tiene idea sobre las representaciones tridimensionales que se desarrollan posteriormente en la historia, pues autores como Van't Hoff y Fischer dieron aportes fundamentales para lo que hoy en día conocemos como la geometría de las moléculas, su distribución en el espacio y sus enlaces.

En cuanto al método científico Marcela piensa que aunque es la forma más común en la

que se estructuran las investigaciones no tiene en cuenta la importancia que dicho método ha tenido a lo largo de la historia, basándose en el modelo constructivista el cual aporta una visión más compleja, en la que al aprendizaje memorístico se contraponen al aprendizaje significativo, rescatando el valor de los contenidos científicos y no sólo de los procedimientos, estrategias o métodos para descubrirlos.

Por último se realiza la tercera entrevista para afianzar los conocimientos que tiene Marcela de acuerdo a las estrategias usadas en la enseñanza de las ciencias, y se puede analizar que:

Marcela conoce distintas herramientas virtuales que dan un acercamiento a la geometría molecular de las moléculas, su comportamiento, distribución, enlaces y tipos de reacciones que se pueden abordar en un aula de clase, pues en su formación académica ha tenido la posibilidad de manejar varios programas que permiten modelar y observar de manera detallada una molécula. Este tipo de herramientas conllevan a que el estudiante tenga una idea más cercana sobre lo que representa la geometría molecular generando numerosos trabajos de investigación e innovación didáctica por parte de los profesores quienes apoyados en las nuevas herramientas tecnológicas TICS pueden dar un aporte didáctico que contribuya al fortalecimiento del aprendizaje significativo en las ciencias.

#### **JUAN:**

Con el fin de conocer de manera más detallada los conceptos básicos que tiene Juan sobre geometría molecular, se sometió a una entrevista de la cual se evidencia que:

Juan no le da relevancia a los estudios que realizaron investigadores como Isaac Newton, quien en sus investigaciones sobre la alquimia trató de explicar aunque de manera hipotética la forma en la que los átomos en las moléculas tenían una fuerza de atracción que los mantenían unidos o enlazados. Estos estudios no son tan relevantes en la historia de Isaac Newton quien es reconocido por sus postulados físicos sobre la Ley de la Gravitación Universal, sin embargo no dejan de ser importantes como base de estudio para las posteriores investigaciones que se dieron en torno al estudio de la composición de la materia y las moléculas; como es el caso de Avogadro, quien tomando bases de estos estudios y de otros autores como Dalton pudo formular su postulado de vectores de movimiento en la molécula, contribuyendo a la idea actual de átomo y sus interacciones en las moléculas.

La estructura que tiene la tabla periódica para Juan es algo que se dio como resultado de una organización sistemática que acomoda los elementos de acuerdo a sus características similares, pero desconoce que para llegar a dicha organización hubo contribuciones hechas por autores como Dobereiner, quien propuso las triadas para organizar los elementos que son semejantes en propiedades de 3 en 3; otro autor como Newlands (1864), propuso el ordenamiento de los elementos, según el orden creciente de sus masas atómicas, dando un gran paso en la correcta clasificación de los elementos. Newlands acomodó a los elementos en filas horizontales de 7 en 7, resultando periodos en que el octavo elemento se

parecía en propiedades al primero; el noveno al segundo; el décimo al tercero y así sucesivamente (Díaz, 2012). Por lo cual los elementos que tengan propiedades semejantes tienen que quedar en la misma columna. Todo esto es la base de lo que llevo a Mendeleiev para elaboración de la tabla periódica actual, que es la única a la que Juan tiene conocimiento.

Por otro lado los diferentes tipos de enlace que se dan al relacionar dos átomos diferentes son del pleno conocimiento de Juan, quien entiende a forma en la que estos enlaces varían en su naturaleza dependiendo los átomos que se vean involucrados, pudiendo ser covalente, polar, covalente no polar, etc. También sabe que dependiendo el número de enlaces que se pueda formar el átomo central determinara el tipo de geometría molecular que tenga cualquier molécula.

Juan conoce el concepto de electronegatividad y entiende la forma en que esta propiedad periódica determinará el tipo de enlace que formen dos átomos diferentes según la diferencia de electronegatividades que presenten. También relaciona las propiedades físicas y químicas de un compuesto según el tipo de geometría molecular que lo conformen.

Se realiza el análisis de la siguiente entrevista aplicada a Juan para observar el conocimiento del desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias y se puede notar que:

Juan sabe que aunque los modelos de Dalton y Berzelius fueron la base para todos los estudios que se realizaron sobre representaciones atómicas; no las conoce a profundidad, al no tener el conocimiento de cómo se representaban en el papel de manera bidimensional a través de circunferencias que se acomodaban según se creía que en esa época estaban compuestas las moléculas según Dalton y como a través de letras y números Berzelius podía representar la cantidad de átomos de diferentes elementos.

Las primeras representaciones tridimensionales sobre la forma en que se distribuyen los átomos en una molécula fueron las propuestas por Van't Hoff (1874) quien de manera revolucionaria propuso un modelo en el que planteaba como las cuatro valencias del átomo de carbono tetravalente están dirigidas hacia los vértices de un tetraedro regular y Fischer (1891) quien hizo proyecciones de la molécula en forma de cruz con los sustituyentes que van al fondo del plano en la vertical y los grupos que salen hacia nosotros en la horizontal, el punto intersección de ambas líneas representa el carbono proyectado. Juan tiene un error conceptual al proponer las estructuras de puntos de Lewis como las primeras representaciones tridimensionales pues estas representaciones muestran los pares de electrones de enlaces entre los átomos de una molécula y los pares de electrones solitarios que puedan existir en un diagrama de punto y raya diagonal bidimensional.

Juan tiene claro como el método científico es la principal herramienta usada en el modelo constructivista para crear un conocimiento científico a través de la formulación de hipótesis que se esperan evaluar a través de la experimentación apoyados en postulados teóricos ya establecidos o mediante el conocimiento cotidiano.

Por último se realiza la tercera entrevista para afianzar los conocimientos que tiene Juan de acuerdo a las estrategias usadas en la enseñanza de las ciencias, y se puede analizar que:

Para Juan es importante la enseñanza de la química en el entorno escolar dadas las condiciones actuales de desarrollo de la ciencia, ya que piensa que se debe enseñar a los estudiantes que la estructura tridimensional de una molécula ayuda a explicar muchas de sus propiedades tanto físicas como químicas. Además, cree que es relevante enseñar a los estudiantes que la química no es una ciencia que se describa de manera plana en el papel, sino que tiene una explicación más profunda lo cual favorecería la creación de actividades didácticas para fomentar el gusto por la ciencia, apoyándose en modelos básicos como el de bolas y palitos y en programas como herramientas tecnológicas que permitan el modelamiento molecular mostrando al estudiante a escala macro lo que a simple vista no se puede ver, para así despertar el gusto por la ciencia al acercarlos a ella de una manera menos formal y más didáctica.

#### **4.2. Análisis general en torno a las características de los conceptos básicos, la epistemología e historia de las ciencias y las estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias en geometría molecular.**

En general, puede decirse que hay cierta similitud en las ideas que presentan los profesores en formación inicial evaluados según el cuerpo teórico de esta investigación, correspondientes a posturas habituales de conceptos básicos sobre geometría molecular, su historia, epistemología y enseñanza:

- Consideran el átomo como partícula fundamental de la materia.
- Conocen la relación que existe entre las propiedades periódicas de un elemento y su ubicación en la tabla periódica.
- Relacionan correctamente las teorías de repulsión electrónica con la geometría de las moléculas.
- Tienen ideas básicas sobre la influencia que tiene la geometría molecular con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.
- Comprenden algunos tipos de fuerzas intermoleculares que presentan las moléculas.
- Tienen conocimiento del sistema de notación científica de Berzelius y la manera de cómo representaba la posición de los átomos mediante una fórmula berzeliana.
- Reconocen de manera superficial los modelos sobre las representaciones históricas de Van't Hoff y proyecciones de Fischer sobre geometría molecular.
- Conoce la importancia que tuvo el cambio de modelo inductivista al modelo constructivista.
- Conocen la importancia de generar un cambio conceptual y didáctico en los estudiantes.
- No relacionan los conceptos de ciencia con ejemplos de la vida cotidiana, desconociendo la importancia de la construcción de este conocimiento.

- Entienden la importancia que tiene el uso de un modelo didáctico apropiado para lograr un conocimiento científico.
- Valoran la importancia de la construcción de modelos mentales en el afianzamiento del conocimiento científico.
- Consideran importante el uso de actividades investigativas y de modelización por parte del profesor para lograr un aprendizaje en cualquier área del conocimiento.

A manera de síntesis podemos decir que los profesores de formación inicial que han intervenido en esta investigación antes de la socialización para favorecer su caracterización didáctica tienen en general conceptos básicos similares en cuanto a teorías atómicas y presentan similitud en vacíos teóricos referentes a este tema. Además no tienen claro el orden de los momentos históricos que dieron lugar a los conceptos actuales que se tienen sobre geometría molecular, omitiendo momentos e investigaciones importantes que contribuyeron a la epistemología de las ciencias. Por último aunque consideran importante la enseñanza de la química y el uso del método científico como herramienta de enseñanza en la geometría molecular parecen no darle la importancia necesaria a los conocimientos cotidianos que pueden tener los estudiantes y como estos influyen en la manera en que aprenden ciencia en relacionan con su entorno.

### **4.3. Análisis del caracterización didáctica**

A continuación se presentan de forma individual los análisis obtenidos con los profesores en formación inicial intervenidos en esta investigación; luego de realizar la socialización planteada, de acuerdo con los resultados registrados en el anexo 2, con el fin de evidenciar la caracterización didáctica que lograron.

#### **MARCELA:**

Marcela luego de la socialización sobre los conceptos básicos en geometría molecular, evidencio una caracterización didáctica significativos en cuanto a:

- Reconoce los cambios que ha tenido el concepto de átomo y molécula a través de la historia.
- Muestra un mejor manejo de conceptos y teorías relacionadas con las propiedades periódicas de los elementos y las fuerzas intermoleculares al interior de una molécula.
- Comprende la influencia que tiene la geometría molecular en las propiedades que presenta un compuesto.

Una vez realizada la socialización referente a los postulados propuestos en el primer cuestionario registrado en el anexo 2, Marcela presentó mejorías en cuanto a la importancia de los avances que dieron lugar a la idea contemporánea que se tiene de átomo, reconociendo las contribuciones que a través de la historia brindaron distintos investigadores. Gracias a que pudo conocer detalladamente esta evolución histórica del

concepto, Marcela fortaleció sus ideas sobre átomo y molécula, su naturaleza y sus principales características. Esto conlleva a que pueda describir de manera detallada el comportamiento que presentan los átomos, reconociendo la manera en cómo se distribuyen en la tabla periódica de acuerdo a las similitudes que presentan y la forma en que interactúan entre sí al conformar una molécula, a través de los enlaces químicos y como estos enlaces varían de acuerdo a las propiedades de los átomos que se ven involucrados. Lo que finalmente se traduce en un mayor entendimiento de la geometría que presentan las moléculas, logrando entender como la teoría de repulsión par electrónico de la capa de valencia determina la orientación que toman los enlaces en la molécula. A demás logró relacionar la influencia que tiene la geometría molecular con las propiedades físicas y químicas de los compuestos.

Al realizar la segunda entrevista luego de la socialización tal como se muestra en el anexo 2 en torno al desarrollo histórico y epistemológico de las ciencias se pudo evidenciar un cambio de:

- Afianzo su conocimiento de todas las contribuciones que se dieron entre los siglos XVII y XIX sobre teoría atómica.
- Destaca la importancia de conocer la historia de la tabla periódica y sus propiedades.
- Reconoce el método científico como herramienta fundamental para el desarrollo del conocimiento científico.

Marcela presentaba un conocimiento básico sobre el surgimiento de los modelos atómicos que buscaban representar la estructura de una molécula, sin embargo una vez aplicada la socialización pudo conocer de manera sistémica, la forma en que investigadores como Dalton, Berzelius, Van't Hoff y Fischer a través de sus representaciones bidimensionales y tridimensionales dieron aportes fundamentales para la construcción de lo que hoy en día conocemos como la geometría de las moléculas, su distribución en el espacio y enlaces.

También se logró evidenciar como Marcela presentaba vacíos teóricos e históricos referentes a las propiedades periódicas de los elementos, esto hacía que también desconociera la forma en que las diferencias de electronegatividades que se presentan en el momento de formar un enlace entre dos átomos diferentes determinen el tipo de enlace que se forma; siendo este enlace iónico o covalente según el valor numérico que presente dicha diferencia, este conocimiento es fundamental para poder determinar la geometría de las moléculas y Marcela por medio de la socialización pudo analizar este fenómeno.

Por otro lado en cuanto al método científico Marcela pensaba que aunque es la forma más común en la que se estructuran las investigaciones no tomaba en cuenta la importancia que dicho método ha tenido a lo largo de la historia, ella transformo su pensamiento de manera que entiende como basándose en el modelo constructivista, el método científico desarrolla aprendizaje significativo, rescatando el valor de los contenidos científicos y el papel de la experimentación en este proceso.

Para finalizar la socialización con Marcela se realiza la última entrevista propuesta para

reconocer lo cambio que tuvo sobre los conocimientos que tiene de acuerdo a las estrategias usadas en la enseñanza de las ciencias:

- Reconoce la importancia de los factores que inciden en el proceso de enseñanza.
- Entiende la importancia de relacionar los conceptos científicos con ejemplos de la vida cotidiana para la construcción de un conocimiento.

En términos generales la opinión de Marcela sobre las estrategias que se usan en la enseñanza de las ciencias, puntualmente en la buena relación que debe presentarse entre en estudiante y el docente no era relevante, ahora entiende la importancia de esta relación como eje fundamental para la construcción del conocimiento científico, que se fortalece cuando el estudiante aprende conceptos de manera constructivista, dándole significado a los contenidos dejando de lado el aprendizaje memorístico.

Además se evidencia como Marcela valora la importancia del uso de modelos creados a partir de conocimientos cotidianos para la construcción estructurada de un conocimiento científico, articulando sus ideas con teorías científicas de forma tal que logro estructurar una buena comprensión acerca de la naturaleza de la ciencia mediante analogías que favorezca la asimilación de los contenidos.

### **JUAN:**

Luego de la socialización sobre los conceptos básicos en geometría molecular, se evidencian cambios significativos en Juan de acuerdo a:

- Comprende el desarrollo histórico que presentan los conceptos de átomo y molécula.
- Afianzo sus conocimientos sobre las teorías de repulsión electrónica y tabla periódica.
- Reconoce la influencia de la geometría molecular en las propiedades físicas y químicas de los compuestos.

En general puede decirse que Juan evidencio un cambio importante en las concepciones que tenía sobre átomo y molécula, ya que gracias al conocimiento que obtuvo sobre las contribuciones que se dieron a lugar entre los siglos XVII y XIX, pudo entender cómo se llegó a la noción actual de cada concepto. Así logro estructurar correctamente los modelos actuales y las propiedades actuales de los elementos basándose en las investigaciones que se desarrollaron previamente.

Adicionalmente Juan a través de la socialización afianzo los conocimientos previos que ya tenía sobre las temáticas que se abordaron en el cuestionario, consolidando su conocimiento lo que traducirá en una mejor manera de transmitirlo a sus estudiantes.

En cuanto a las concepciones que se abordaron en el segundo cuestionario luego de la socialización se evidencio que Juan presenta un buen dominio en torno al desarrollo

histórico y epistemológico que ha tenido la geometría molecular, reconociendo la importancia de cada momento histórico y los aportes que se dieron en cada uno de ellos. Juan reconoce que enseñar este tipo de historia a los estudiantes es importante para que se logre obtener un aprendizaje significativo y estructurado correctamente, reconociendo las fortalezas y errores que tuvo cada aporte. Juan revalida la importancia que tiene el uso del método científico como herramienta para fortalecer un pensamiento crítico secuencial, fundado en un modelo constructivista. Reconociendo este como el modelo mejor estructurado en búsqueda de estrategias que conlleven a lograr un aprendizaje significativo por parte del investigador.

Por último se realiza la socialización de la tercer entrevista basada en las estrategias usadas en la enseñanza de las ciencias en la que se pudo observar que Juan:

El cambio conceptual que tuvo Juan fue principalmente reconocer a través de analogías entre los fenómenos visibles, situaciones cotidianas e ideas propias es posible encaminar el estudio de la geometría molecular de forma tal que se haga más fácil su comprensión y asimilación. Por ejemplo la forma en que se teje una alfombra, una telaraña, la manera en que nos relacionamos con otras personas sentimental y socialmente entre otras. Este tipo de relaciones conllevan a generar en Juan un pensamiento crítico de cómo enseñar ciencias y de cómo los estudiantes aprenden ciencia, por tal razón se evidencian cambios en la forma de pensar, sentir y actuar en la epistemología propia del docente en formación.

En general, puede decirse que hay cierta similitud en cuanto a los cambios conceptuales sobre las ideas que presentan los profesores en formación inicial evaluados según el cuerpo teórico de esta investigación, correspondientes a posturas habituales de conceptos básicos sobre geometría molecular, su historia, epistemología y enseñanza:

Luego de realizar un análisis individual a cada uno de los profesores en formación inicial después de la socialización, se puede evidenciar como muchos de los errores y vacíos conceptuales son producto de un desconocimiento histórico de los contenidos de la geometría molecular, atribuido principalmente a un currículo que no da espacio suficiente al estudio detallado de historia de la ciencia.

Esta investigación que se llevó a cabo con el fin de fortalecer la formación docente de los futuros profesores de química, en búsqueda de generar en ellos una caracterización didáctica en su manera de aprender y de enseñar la ciencia, reconociendo las fallas que se tuvieron a lo largo de su formación y de esta manera transformarlas en herramientas que conlleven a lograr generar un aprendizaje significativo en sus estudiantes. Apoyándose en la creación y uso de nuevas estrategias didácticas que hagan del aprendizaje de la ciencia algo novedoso y motivador tanto para el docente como para el estudiante.



# **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **Conclusiones y Recomendaciones**

La problematización didáctica desarrollada con los profesores en formación inicial que hicieron parte de esta investigación, ha favorecido un cambio conceptual novedoso en la didáctica de las ciencias, basado en la historia y la epistemología de la geometría molecular. Gracias a la implementación de una serie de cuestionarios y entrevistas que posteriormente fueron sometidas a confrontación y socialización se logró generar en los profesores en formación inicial una nueva perspectiva sobre el uso de estrategias didácticas nuevas que puedan favorecer la consolidación de un conocimiento científico estructurado.

Esta investigación ha logrado generar una caracterización didáctica significativa en los profesores en formación inicial al demostrar que al mezclar los contenidos temáticos propios de la disciplina con su enseñanza el conocimiento didáctico del contenido es pilar en la formación del profesorado en ciencias, permitiendo evidenciar la caracterización didáctica en la manera de asumir la profesión docente y de elegir el empleo de representaciones, estrategias y criterios para promover una enseñanza de calidad, mejorando los procesos de formación inicial en los docentes.

Es oportuno señalar como el conocimiento del contenido ejerce en los profesores en formación inicial una influencia en el modo de secuenciar y presentar los diferentes conceptos relacionados con la Geometría Molecular, así como las estrategias y dinámicas que se utilizan en el aula. Un elemento fundamental durante el proceso de la caracterización didáctica que adopta un papel fundamental en las creencias de los profesores en formación inicial acerca del proceso de enseñanza aprendizaje es el conocimiento de la historia y las perspectivas epistemológicas que se han presentado en el desarrollo de la ciencia.

Es importante que en el desarrollo actual de la enseñanza de las ciencias y más de temáticas como la Geometría Molecular, sea pertinente considerar crear nuevas y mejores condiciones teóricas y prácticas para el desarrollo de una docencia innovadora, tal y como se mostró en esta investigación, ya que por medio de actividades de investigación desarrolladas en dos futuros docentes de licenciatura en química se logró contribuir a un mejoramiento en la base epistemológica de su formación lo que traduce a una mejor instrucción y mejorar la educación para los estudiantes.

Una de las principales preocupaciones en esta investigación era resolver los vacíos conceptuales e ideas erróneas que tuvieran los profesores en formación inicial, considerando que estos errores se puedan transmitir generacionalmente creando ideas erróneas de la ciencia en las nuevas generaciones. Por tal motivo la finalidad fue contribuir a un mejoramiento hacia la enseñanza de la química propiciando una caracterización didáctica en los profesores en formación inicial en búsqueda de construir nuevas herramientas y estrategias que encaminen no solamente hacia la enseñanza de las ciencias, sino también hacia el conocimiento científico.

Como se notó en el desarrollo de esta investigación, en el momento en que los profesores en formación inicial empiecen a ejercer su labor docente en didáctica de las ciencias logren aplicar este tipo de estrategias de investigación, sin limitar su aplicación a su aula de clase, sino llevándolo a un contexto de educación continua, contribuyendo así a la formación de estudiantes competentes que desarrollen interés por la ciencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anna Estany y Merce Izquierdo . (2001). Didactología: Una ciencia de diseño. *Departamento de Filosofía, Universidad Autónoma de Barcelona*, 14-15.
- Ariza, L y Mosquera, C. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la química en el contexto de un currículo articulado desde concepciones científicas de interacción. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 1117-1120.
- Barros, J. (2008). ENSEÑANZA DESDE UNA MIRADA DE LA DIDÁCTICA DE LA ESCUELA FRANCESA. *Revista EIA*, 56-58.
- Bird, A. (2012). La Filosofía de la Historia de la Ciencia de Thomas Kuhn. *Universidad de Bristol, UK*, 169-171.
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento Didáctico del Contenido y Didácticas Específicas. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 6-12.
- Bonnet, N. H. (2015). Desarrollo de la perspectiva teórica. En N. H. Bonnet, *Desarrollo de la perspectiva teórica* (pág. 52). Caracas, Venezuela: Facultad de Humanidades y Educación.
- Daniel Gil Pérez y Miguel Guzmán Ozamis. (1993). Los errores conceptuales como sintoma. En D. G. Ozamis, *Enseñanza de las ciencias y la matemática. Tendencias e innovaciones*. (pág. 22). OEI: Editorial Popular.
- Díaz, C. (29 de Agosto de 2012). *Historia de la Tabla periódica*. Obtenido de Tabla periódica: <http://tablaperiodica.in/triadas-de-dobereiner-1820/>
- Díaz, C. (30 de Agosto de 2012). *Tabla Periódica*. Obtenido de La Octavas de Newlands: <http://tablaperiodica.in/las-octavas-de-newlands-1864/>
- Fenstermacher, G. (2006). TRES ASPECTOS DE LA FILOSOFÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA ENSEÑANZA. *Universidad de Arizona*, 5-8.
- Grossman, P. (2005). Un estudio comparado: Las fuentes del conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del inglés en secundaria. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 24.
- Ívan Marchán Carvajal y Neus Sanmarti . (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *educacion Quimica*, 2.
- Longhi, A. L. (2004). Estrategias didácticas innovadoras para la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela. *UNIVERSITAS. Editorial científica Universidad de Córdoba* , 8.

- Marín Nicolas y Cárdenas Fidel. (2011). Valoración de los modelos más usados en la enseñanza de las ciencias basados en la analogía "El Alumno como Científico". *Enseñanza de las Ciencias*, 41-45.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 3-11.
- Mosquera, C. J. (2001). Metacognición. En C. J. Mosquera, *Programa de Formación permanente de los profesores de Ciencias Naturales y Matemáticas* (págs. 6-7). Bogotá.
- Mosquera, C. J. (2008). En C. J. Mosquera, *El Cambio en el Epistemología y en la Práctica Docente de Profesores Universitarios de Química* (págs. 34-35). Valencia: Universidad de València, Sevei de Publicacions.
- Mosquera, C. J. (s.f.). PERSPECTIVAS CONTEMPORÁNEAS DE LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. *Investigador Facultad de Ciencias y Educación*, 1-2.
- Mosquera, C. J. (s.f.). Perspectivas Contemporáneas de la investigación en Didáctica de las ciencias experimentales . *Investigador Facultad de Ciencias y Educación*, 1-2.
- Olivé, L. (1998). Thomas S. Kuhn y el Estudio de la Ciencia. En L. Olivé, *Thomas S. Kuhn y el Estudio de la Ciencia* (págs. 11-16). Instituto de investigaciones Filosóficas, UNAM.
- Ortíz, J. C. (2009). Pensamiento crítico Kantiano. En J. C. Ortíz, *Modulo de Epistemología* (págs. 47-49). Mc Graw Hill.
- Pozo, J. I. (2006). Capitulo VIII: Enfoques para la enseñanza de la ciencia. En J. I. Pozo, *APRENDER Y ENSEÑAR CIENCIA* (págs. 268-275). Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Rojas, M. (2005). Metodos y enfoques en la investigación cualitativa. En L. P. Mauricio Rojas, *Capitulo 1, La metodologia de la Investigacion* (pág. 7). Ibague: Fondo Editorial CORUNIVERSITARIA.
- Sandoval, C. (2002). Especialización en Teoría, Métodos y Técnicas de Investigación Social. En C. Sandoval, *MODULO 4: Investigación Cualitativa* (págs. 30-45). Bogotá: ARFO Editores e Imprsiones Ltda.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 4-14.

## ANEXO 1. CUESTIONARIOS Y ENTREVISTAS PROPUESTA PARA LOS DOCENTES EN FORMACIÓN ANTES DE LA SOCIALIZACIÓN

### Cuestionario y entrevista propuesta para los docentes en formación de acuerdo a los conceptos básicos que tienen sobre la geometría molecular.

#### Cuestionario 1 – Reconocimiento de conceptos básicos.

Señor(a) Docente en formación

Lea con atención los siguientes enunciados. Puntúe cada uno de estos con una escala de 1 a 3, donde cada puntuación corresponde a lo más próximo a sus modos de pensar:

- 1) En desacuerdo
- 2) Sin opinión
- 3) De acuerdo

1. Se consideraba al átomo como la partícula más pequeña, indivisible e infinitamente minúscula.
2. Una molécula es un conjunto de átomos, ya sean iguales o diferentes, que se encuentran unidos mediante enlaces químicos los cuales constituyen la mínima porción de una sustancia que puede ser separada sin que sus propiedades sean alteradas.
3. Cada elemento posee características que le confieren ciertas propiedades únicas respecto a los demás. En base a estas propiedades se define su ubicación en la tabla periódica.
4. Si pudiéramos observar las moléculas por dentro con un potente lente, veríamos que los átomos que las conforman se ubican en el espacio en posiciones bien determinadas. El ordenamiento tridimensional de los átomos en una molécula se llama geometría molecular.
5. En una molécula con enlaces covalentes hay pares de electrones que participan en los enlaces o electrones enlazantes, y electrones desapareados, que no intervienen en los enlaces o electrones no enlazantes. La interacción eléctrica que se da entre estos pares de electrones, determina la disposición de los átomos en la molécula.
6. La molécula de agua  $H_2O$  posee dos enlaces simples O - H y tiene dos pares de electrones no enlazantes en el átomo de oxígeno. Su geometría molecular es angular.
7. La molécula de amoníaco ( $NH_3$ ) presenta 3 enlaces simples N - H y posee un par de electrones no enlazantes en el nitrógeno. La geometría molecular es piramidal.
8. La molécula de metano ( $CH_4$ ) tiene cuatro enlaces simples C - H y ningún par de electrones enlazantes. Su geometría molecular es tetraédrica.
9. Uno de los métodos para predecir la geometría molecular aproximada, está basada en la repulsión electrónica de la órbita atómica más externa, es decir, los pares de electrones de valencia alrededor de un átomo central se separan a la mayor distancia posible para minimizar las fuerzas de repulsión. Estas repulsiones determinan el arreglo de los orbitales, y estos, a su vez, determinan la geometría molecular, que puede ser lineal, trigonal, tetraédrica, angular y piramidal trigonal.
10. La forma de las moléculas es el resultado de las direcciones en que se ubican los electrones enlazantes.
11. No se puede predecir la geometría molecular a partir de las estructuras moleculares de Lewis. Sin embargo, hay un procedimiento sencillo que permite la predicción de la geometría general de una molécula con bastante éxito, si se conoce el número de electrones que rodean al átomo central. El fundamento de este enfoque está en la idea de que los pares de electrones de la capa de valencia se repelen entre sí.

12. Muchas propiedades físicas y químicas, tales como el punto de fusión, punto de ebullición, densidad y los tipos de reacciones que pueden derivar en propiedades de las moléculas, se ven afectadas por la geometría molecular.
13. Si la diferencia de electronegatividad es grande, como en la molécula de HCl el enlace será fuertemente polar; si la diferencia es pequeña el enlace será ligeramente polar; y si la diferencia es cero el enlace será no polar.
14. Las fuerzas dipolo- dipolo se dan cuando dos moléculas polares (dipolo) se aproximan, se produce una atracción entre el polo positivo de una de ellas y el negativo de la otra. Entre mayor sea la polarización de dichas moléculas mayor es la fuerza.
15. Las fuerzas de London o de Van der Waals se dan en las moléculas no polares donde se produce transitoriamente un desplazamiento relativo de los electrones originando un polo positivo y otro negativo (dipolo transitorio) que determinan una atracción entre dichas moléculas.

### Entrevista 1.

Pregunta	Marcela	Juan
De acuerdo al cuestionario planteado, tuviste la oportunidad de dar tu posición de acuerdo o en desacuerdo. Quisiera saber de acuerdo a tus conocimientos las bases que tuviste para elegir las respuestas.	A lo largo de la carrera hay profesores que enfatizan que para entender las ciencias hay que entender su naturaleza como se concibió, y a partir de ello entender los diferentes postulados y así se facilitaría su estudio.	
Teniendo en cuenta las ideas sobre la noción de átomo que se presentaron entre el siglo XVII y siglo XIX crees que científicos como Isaac Newton y Avogadro influyeron en el desarrollo de la teoría atómica.	Si, Isaac Newton se le conoce por mostrar interés en lo que se conocía como alquimia, basaba una parte importante de sus trabajos en la teoría atómica de la materia, apoyándose en la ley de Boyle que en sus tiempos no era más que una hipótesis y Avogadro hace una serie de postulados para la ley de gases ideales que lleva su nombre.	No, los descubrimientos de Newton estuvieron encaminados hacia la explicación de la gravedad, mientras que los estudios de Avogadro estaban encaminados a la explicación de propiedades de las moléculas.
Crees que la tabla periódica actual muestra claramente la relación que existe entre las propiedades que poseen los elementos y su ubicación en la tabla.	Claro que sí, se sabe que la elaboración de la tabla periódica actual fue el trabajo en conjunto de varios científicos. El número de elementos descubiertos aumentaba y resultaban notorias las semejanzas	Si, salvo la excepción del hidrogeno, la organización de la tabla periódica agrupa los elementos en “grupos” con características similares.

	físicas y químicas entre algunos de ellos, por lo tanto, este estudio condujo a agrupar los elementos según sus propiedades.	
Entonces si tuviéramos la posibilidad de observar las moléculas que podríamos observar.	Supongo que el comportamiento químico o físico similar del objeto de estudio en diferentes condiciones.	Que están compuestas por varios tipos diferentes de átomos, los cuales están unidos muy de cerca.
Teniendo en cuenta la molécula del agua, el amoníaco y el metano, cuantos y que tipos de enlaces piensas que presenta cada una.	<p>Para el agua: el átomo de oxígeno cuenta con seis electrones de valencia, por tanto al enlazarse o compartir con dos átomos de hidrogeno completa su octeto. Por tanto una molécula de agua tiene dos enlaces covalentes oxígeno-hidrógeno y 4 libres del oxígeno o no enlazados.</p> <p>Para el amoníaco: el átomo de nitrógeno cuenta con cinco electrones de valencia. Para completar su octeto se enlaza con 3 hidrógenos. Por tanto, se forma una molécula de amoníaco en la que hay tres enlaces covalentes nitrógeno-hidrógeno y dos no enlazados.</p> <p>Para el metano: el átomo de carbono tiene cuatro electrones de valencia, para completar su octeto se enlaza con cuatro hidrógenos. Por tanto, se forma la molécula de metano hay cuatro enlaces covalentes carbono-hidrógeno.</p>	<p>Agua: 2 enlaces de tipo covalente polar.</p> <p>Amoníaco: 3 enlaces de tipo covalente no polar.</p> <p>Metano: 4 4nlaces de tipo covalente no polar.</p>
A partir de la teoría de repulsión de pares electrónicos y su efecto sobre la orientación de los	Lineal, angular, trigonal plana, trigonal piramidal, tetraédrica, cuadrado plano, bipirámide trigonal, y	Lineal, piramidal, bipirámide trigonal, tetraédrica, octaédrica.



enlaces, cuales son los tipos de geometría que puede presentar una molécula.	octaédrica.	
Cree usted que las propiedades físicas y químicas de un compuesto están determinadas por su estructura molecular.	No sé.	Si, la forma en cómo se organizan las moléculas y como se ubican los electrones (enlazantes o no enlazantes) explican cómo puede reaccionar una molécula con otra explicando sus propiedades químicas, que forma obtendrán sus cristales y como se organizarán en los diferentes estados de la materia (liquido, sólido y gas).
Como influye la electronegatividad de los átomos que componen las moléculas al momento de determinar las fuerzas o enlaces que los mantienen en interacción.	En el enlace los electrones se transfieren de un átomo, dependiendo de la energía de ionización, y la afinidad electrónica y fundamentalmente de la electronegatividad, pues en otras palabras es lo que hace estable o no un enlace.	La electronegatividad es la capacidad que tienen los átomos de atraer electrones, entre mayor sea dicha medida más facilidad tendrá un átomo de atraer los electrones de otro, basándonos en la diferencia de electronegatividades podemos definir qué tipo de enlace está presente en la molécula.

**Cuestionario y entrevista propuesta para docentes en formación de acuerdo al desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias.**

**Cuestionario 2 – Desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias.**

Señor(a) Docente en formación

Lea con atención los siguientes enunciados. Puntúe cada uno de estos con una escala de 1 a 3, donde cada puntuación corresponde a lo más próximo a sus modos de pensar:

- 4) En desacuerdo
- 5) Sin opinión
- 6) De acuerdo

1. Las posiciones de unos círculos con respecto a otros indicaban las relaciones espaciales que, en opinión de Dalton, podían prevalecer entre los átomos, o la geometría de la

molécula.

2. No todas las posiciones de los átomos de una molécula representadas en el sistema de Dalton son coplanarias (bidimensionales).
3. Berzelius desarrolló un sistema de notación química en el cual a los elementos se les denotaba con símbolos simples, tales como O para el oxígeno, o Fe para el hierro, con las proporciones señaladas por números.
4. Una fórmula berzeliana no puede mostrar la geometría completa de las posiciones de los átomos de una molécula porque está restringida a la línea en que se escribe. Sin embargo, puede representar parcialmente la geometría molecular mediante las posiciones de los símbolos de los elementos en una dimensión.
5. Van't Hoff desarrolló un sistema para representar la geometría del carbono mostrando proyecciones en perspectiva de tetraedros sólidos tras la necesidad de mostrar modelos en los que se representara la geometría molecular en tres dimensiones.
6. Las proyecciones de Fischer surgieron como una alternativa clara para mostrar todos los átomos de una molécula haciendo convencionales las relaciones espaciales para que se pudieran dibujar con facilidad.
7. La ciencia es un conjunto de conocimientos, procedimientos y valores creados por la humanidad mediante el uso de una modalidad de pensamiento a la que se ha llamado método científico.
8. La fuente del conocimiento científico, el método científico, no es otra cosa que el pensamiento creativo, un modo de pensar y de investigar, que cuenta con un procedimiento de validación imprescindible como lo es la experimentación y la observación.
9. Los estudios de filosofía y de historia de la ciencia cambiaron la idea de cómo se produce el conocimiento científico, lo que llevó a sustituir el modelo inductivista de la ciencia por otro que dio mayor importancia a las teorías científicas (constructivista), cuestionándose el origen y la evolución de estas teorías a través de la historia.

## Entrevista 2.

Pregunta	Marcela	Juan
Teniendo en cuenta el impacto que tuvieron las representaciones bidimensionales de Dalton en su momento, hoy en día crees que fueron las apropiadas.	Para en el inicio pensar de esta forma permite desarrollar la teoría atómica. Así que pienso que si fue muy apropiada.	Si, puesto que dieron las bases para posteriores relacionados con la estructura y forma del átomo.
De acuerdo con las representaciones que dieron Dalton y Berzelius cuál de ellas tiene mejor repercusión en la actualidad	Dalton estableció la referencia en la masa de un átomo de hidrógeno y pudo construir un sistema de masas atómicas relativas. A partir de la teoría atómica de Dalton, los químicos intentaron conjugar las masas atómicas de los elementos con sus	La representación dada por Berzelius que es la más cercana a la utilizada actualmente.

	<p>propiedades. Y empezaron a clasificar los elementos por sus propiedades análogas.</p> <p>Berzelius Calcula masas atómicas de los elementos conocidos entonces lo que hace posible ordenarlos según esta propiedad. Crea una notación simplificada que utiliza una o dos letras para representar a los distintos elementos. Este sistema de símbolos es el que se sigue utilizando en la actualidad. Además, estableció una escala correcta de pesos atómicos. Por tanto Berzelius.</p>	
<p>Cuáles fueron las primeras representaciones tridimensionales que llevaron a los científicos a desarrollar los modelos representativos y las relaciones espaciales que presentan los átomos en la molécula.</p>	<p>No recuerdo.</p>	<p>Las representaciones de líneas, de manera lineal sin tener en cuenta los ángulos de enlace (representaciones de Lewis)</p>
<p>El método científico como procedimiento de validación de la experimentación y la observación es la única herramienta que funciona para obtener resultados avalados por la ciencia.</p>	<p>Es la más aplicada y finalmente en la que se basa las investigaciones.</p>	<p>Si, puesto que la ciencia es sistemática y el método científico proporciona una serie de pasos que permite la organización de la experimentación.</p>
<p>Creer que el conocimiento científico se logra únicamente a través de las dinámicas propias que se dan en las teorías constructivistas.</p>	<p>Tiene un protagonismo actualmente pues con el constructivismo se dan lugar a las ideas previas y la forma en enfocarla, arrancar de lo saben y moldearlo.</p>	<p>Si nos basamos en los estados de Piaget en el cual se aprende según el estadio en el cual nos encontremos (basado en la edad) y en el socio-constructivismo (enseñanza teniendo en cuenta el contexto en el cual se desarrolla) podríamos decir que son teorías en las</p>

		cuales se agrupan las capacidades individuales y sociales que debe tener el ser humano para adquirir conocimiento.
--	--	--

**Cuestionario y entrevista propuesta para docentes en formación de acuerdo a las estrategias usadas en la enseñanza de las ciencias.**

**ANEXO 3. Cuestionario 3 – Estrategias usadas para la enseñanza de las ciencias.**

Señor(a) Docente en formación

Lea con atención los siguientes enunciados. Puntúe cada uno de estos con una escala de 1 a 3, donde cada puntuación corresponde a lo más próximo a sus modos de pensar:

- 7) En desacuerdo
- 8) Sin opinión
- 9) De acuerdo

1. Sabemos que en el proceso enseñanza aprendizaje inciden múltiples factores para el éxito o fracaso del mismo que determinarán la calidad de los resultados. En la interacción del proceso participan dos elementos de vital importancia como son el maestro y el alumno, quienes de acuerdo a sus expectativas hacia el aprendizaje desarrollarán una buena o mala relación.
2. Lograr que los alumnos aprendan ciencia, y lo hagan de un modo significativo y relevante, requiere superar las dificultades aplicadas al aprendizaje de la química. Cabe afirmar que la adquisición del conocimiento científico requiere un cambio profundo de las estructuras conceptuales y las estrategias habitualmente utilizadas en la vida cotidiana, y que ese cambio, lejos de ser lineal y automático, debe ser el producto laborioso de un largo proceso de instrucción.
3. La labor de la educación científica es lograr que los alumnos construyan en las aulas actitudes, procedimientos y conceptos que por sí mismos no lograrían elaborar en contextos cotidianos y que, siempre que esos conocimientos sean funcionales, los transfieran a nuevos contextos y situaciones.
4. Para poder elaborar modelos científicos escolares apropiados para los alumnos es necesario incorporar la naturaleza de la ciencia en el currículo, teniendo en cuenta las consecuencias de los modelos didácticos que se manejen.
5. La construcción del conocimiento presenta tres fases: la fase del descubrimiento, la fase de la justificación o evaluación y la fase de comunicación. Las cuales buscan explicar fenómenos propios de la ciencia.
6. El alumnado no aprende los conceptos sueltos, sino conformando conjuntos que tienen sentido para ellos, es decir, construyendo modelos mentales sobre los fenómenos que se muestran en la ciencia escolar.
7. Las actividades más apropiadas para la comprensión de la naturaleza de la ciencia son las actividades investigativas (estudio de casos históricos y contemporáneos), las actividades de modelización (argumentación y comunicación) y las actividades que impliquen la discusión de controversias científico tecnológicas.
8. Enseñar a leer, escribir y hablar ciencia es esencial para el aprendizaje de esta área del conocimiento, y es una tarea que solo puede realizar el profesorado de ciencias.

### Entrevista 3.

Pregunta	Marcela	Juan
Cree usted que es fundamental la enseñanza de la geometría molecular para los estudiantes.	Si es fundamental pues la geometría explica la estabilidad, y comportamientos de los átomos en las reacciones.	Si, dentro de la enseñanza de la química y dadas las condiciones actuales de desarrollo de la ciencia, se debe enseñar a los estudiantes que la estructura tridimensional de una molécula ayuda a explicar muchas de sus propiedades. Además, enseña a los estudiantes que la química no es una ciencia que se describa de manera plana, sino que tiene una explicación más profunda lo cual favorecería la creación de actividades didácticas para fomentar el gusto por la ciencia.
Que piensa sobre las estrategias que implementan los docentes de las escuelas con el fin de explicar los conceptos básicos de geometría molecular.	Pues ahora se elaboran unidades didácticas para enseñar cada ítem que refiere a la química haciendo uso de los recursos multimedia y demás que permiten interiorizar mejor cada tema.	Son insuficientes, es necesario utilizar no solo las pantallas o los tableros, se necesita llevar ejemplos y figuras para que los estudiantes observen, relacionen, analicen y creen.
Con que tipos de situaciones de la vida cotidiana podría relacionar los conceptos de la geometría molecular.		Con la unión de varios puntos alrededor de un punto central.
A través de que modelos o representaciones cree usted que se facilitaría el proceso de enseñanza de la geometría molecular.	A través de los recursos virtuales e instrumentos lúdicos.	Modelos de bolas y palitos.
Existen diversos programas y herramientas tecnológicas que nos dan una idea más clara sobre la geometría molecular de los compuestos. Conoce alguna.	Molecule shape Chemsketch	Avogadro y Chemsketch
Cree usted que el material audiovisual que se encuentra	Si tener una imagen mental facilita el proceso de	Si, se pueden encontrar explicaciones con imágenes y

en internet facilita el proceso de aprendizaje en geometría molecular.	enseñanza-aprendizaje que el modelo plano en un tablero.	animaciones donde muestran la geometría de las moléculas.
--	--	---

**ANEXO 2. ENTREVISTAS PROPUESTA PARA LOS DOCENTES EN FORMACIÓN DESPUÉS DE LA SOCIALIZACIÓN**

**Entrevista propuesta para los docentes en formación de acuerdo a los conceptos básicos que tienen sobre la geometría molecular después de la socialización.**

<b>Pregunta</b>	<b>Marcela</b>	<b>Juan</b>
De acuerdo al cuestionario planteado, tuviste la oportunidad de dar tu posición de acuerdo o en desacuerdo. Quisiera saber de acuerdo a tus conocimientos las bases que tuviste para elegir las respuestas.	Con el fin de conocer la naturaleza de cualquier concepto en este caso conocer cómo se llegó a la idea actual de geometría molecular se hace necesario conocer la evolución histórica que tuvo dicho concepto, es decir, conocer la manera en que se fue transformando desde su primera idea hasta llegar a la noción actual que se tiene, comprendiendo la manera en que se estructuró y se consolidó.	
Teniendo en cuenta las ideas sobre la noción de átomo que se presentaron entre el siglo XVII y siglo XIX crees que científicos como Isaac Newton y Avogadro influyeron en el desarrollo de la teoría atómica.	Es claro que todos los aportes que se han tenido con el pasar del tiempo han llevado a que los todos los investigadores que han estado involucrados en el estudio de la materia, su naturaleza y su composición, contribuyan en el desarrollo de las distintas teorías que hoy en día conocemos y aceptamos, Tal es el caso de Newton y Avogadro quienes gracias a sus aportes y experiencias hacen parte de la evolución histórica de la teoría atómica.	Aunque los trabajos de Newton no fueron completamente encaminados hacia el átomo y las formas en que se vinculan en una molécula si fueron importantes en el sentido que trato de explicar desde la alquimia algunas de sus propiedades. Por otra parte Avogadro tuvo más cercanía con la noción de átomo y molécula al proponer su postulado para determinar la cantidad de átomos presentes en una mol, lo que lo llevo a estudiar un poco más detalladamente la noción de átomo.
Crees que la tabla periódica actual muestra claramente la relación que existe entre las	La actual tabla periódica es el resultado del trabajo conjunto de varios	Si, salvo la excepción del hidrogeno, la organización de la tabla periódica agrupa

<p>propiedades que poseen los elementos y su ubicación en la tabla.</p>	<p>investigadores como Douborne y Mendeleiev quienes de acuerdo a las similitudes que presentan ciertos elementos entre sí, de acuerdo a sus características físicas y químicas dieron ideas sobre la forma en que se podrían ir acomodando los elementos de una forma sistemática en la que se pudieran acomodar cumpliendo con patrones de aumento en lo que se conoce como las propiedades periódicas</p>	<p>los elementos en “grupos” con características similares apoyado en las investigaciones que en su momento dieron científicos como Dobereiner y Newlands quienes dieron las primeras organizaciones de los elementos de acuerdo a sus características similares, agrupándolos en triadas y octavas respectivamente.</p>
<p>Entonces si tuviéramos la posibilidad de observar las moléculas que podríamos observar.</p>	<p>Tendríamos la oportunidad de ver como dependiendo de la naturaleza de cada elemento un átomo de este se comporta al momento de interactuar con otro átomo ya sea de el mismo elemento o de un elemento diferente, encontrando las diferencias y similitudes que presentan dichas interacciones dependiendo de la ubicación de cada elemento y por ende de las propiedades periódicas que cada uno posea de manera individual, para así poder comprender claramente la forma en que se vinculan unos con otros en el momento de reaccionar para formar nuevos compuestos o moléculas.</p>	<p>Podríamos ver cómo estas se acomodan en el espacio de manera tal que los enlaces que formen se organicen de manera que se minimicen las fuerzas de repulsión con el fin de lograr la mayor estabilidad posible.</p>
<p>Teniendo en cuenta la molécula del agua, el amoniaco y el metano, cuantos y que tipos de enlaces piensas que presenta cada una.</p>	<p>La molécula de agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, ya que debido a la alta diferencia de electronegatividades que presentan el oxígeno que además posee seis</p>	<p>En todas las moléculas se presentan enlaces de tipo covalente ya que presentan diferencias considerables en las electronegatividades de los átomos centrales (Oxígeno, Nitrógeno y Carbono respectivamente)</p>



	<p>electrones en su última capa de valencia y el hidrogeno que posee un solo electrón el enlace que se genera es de este tipo covalente. En el caso del amoniaco este está formado por un átomo de nitrógeno y tres de hidrogeno que de igual manera por diferencias de electronegatividad formaran tres enlaces covalentes entre nitrógeno e hidrogeno con un par de electrones libres no enlazantes en el nitrógeno. Por último la molécula de metano está compuesta por un átomo de carbono y cuatro de hidrogeno que por la misma razón a las moléculas anteriores se enlazaran mediante enlaces covalentes.</p>	<p>con el Hidrogeno:</p> <p>Agua: 2 enlaces de tipo covalente.</p> <p>Amoniaco: 3 enlaces de tipo covalente.</p> <p>Metano: 4 enlaces de tipo covalente.</p>
<p>A partir de la teoría de repulsión de pares electrónicos y su efecto sobre la orientación de los enlaces, cuales son los tipos de geometría que puede presentar una molécula.</p>	<p>De acuerdo a las teorías de repulsión electrónica y a la cantidad de átomos que se relacionan en las distintas moléculas se pueden presentar los siguientes tipos de geometrías moleculares:</p> <p>2 átomos: Molecular Diatómica</p> <p>3 átomos: Lineal y Angular.</p> <p>4 átomos: Trigonal, Tetraedro piramidal y forma de T.</p> <p>5 átomos: Tetraédrica, Balancín, cuadrada plana.</p> <p>6 átomos: Bipirámide trigonal, pirámide cuadrangular.</p> <p>7 átomos: Octaédrica, pirámide pentagonal.</p> <p>8 átomos: Bipirámide pentagonal</p>	<p>Lineal, piramidal, bipirámide trigonal, tetraédrica, octaédrica.</p> <p>Dependiendo del número de átomos involucrados en la molécula la geometría molecular puede ser:</p> <p>2 átomos: Molecular Diatómica</p> <p>3 átomos: Lineal y Angular.</p> <p>4 átomos: Trigonal, Tetraedro piramidal y forma de T.</p> <p>5 átomos: Tetraédrica, Balancín, cuadrada plana.</p> <p>6 átomos: Bipirámide trigonal, pirámide cuadrangular.</p> <p>7 átomos: Octaédrica, pirámide pentagonal.</p> <p>8 átomos: Bipirámide pentagonal</p>

<p>Cree usted que las propiedades físicas y químicas de un compuesto están determinadas por su estructura molecular.</p>	<p>Muchas de las propiedades físicas y químicas de los compuestos como el punto de fusión, punto de ebullición, solubilidad, maleabilidad entre otras, están directamente influenciadas por el tipo de geometría molecular que presentan las moléculas de dichos compuestos ya que de esta depende la forma en que las moléculas que lo conforman se acomodan en el espacio y así mismo la manera en que estas se relacionan entre sí, haciendo que su acomodación varíe y de la misma manera se haga necesaria una mayor o menor energía para poder romper con las uniones que las mantiene juntas formando las estructuras cristalinas por ejemplo.</p>	<p>Si, la forma en cómo se organizan las moléculas y como se ubican los electrones (enlazantes o no enlazantes) explican cómo puede reaccionar una molécula con otra explicando sus propiedades químicas, que forma obtendrán sus cristales y como se organizarán en los diferentes estados de la materia (liquido, sólido y gas).</p>
<p>Como influye la electronegatividad de los átomos que componen las moléculas al momento de determinar las fuerzas o enlaces que los mantienen en interacción.</p>	<p>La electronegatividad es una propiedad periódica que determina la capacidad que tiene un átomo de un elemento X para atraer un electrón de otro elemento para formar algún enlace. La diferencia de electronegatividades entre los átomos que se estén vinculando determinaran el tipo de enlace que se forme entre ellos, pudiendo ser covalente apolar para bajas diferencias de electronegatividad, covalente polar para diferencias regulares y enlace iónico cuando las diferencias de electronegatividad son altas.</p>	<p>La electronegatividad es la capacidad que tienen los átomos de atraer electrones, entre mayor sea dicha medida más facilidad tendrá un átomo de atraer los electrones de otro, basándonos en la diferencia de electronegatividades podemos definir qué tipo de enlace está presente en la molécula.</p>

**Entrevista propuesta para docentes en formación de acuerdo al desarrollo Histórico y Epistemológico de las Ciencias.**

<b>Pregunta</b>	<b>Marcela</b>	<b>Juan</b>
<p>Teniendo en cuenta el impacto que tuvieron las representaciones bidimensionales de Dalton en su momento, hoy en día crees que fueron las apropiadas.</p>	<p>Si fue apropiada pues fue el punto de partida para lo que hoy en día conocemos como las representaciones tridimensionales de las moléculas y la geometría molecular, ya que fue el primer modelo de representación que surgió, siendo algo innovador y nunca antes visto, que sirvió como punto de partida para despertar el interés de otros investigadores posteriores en el afán de tratar de describir de una manera visible la forma en la que las moléculas hasta ahora invisibles podrían acomodarse en el espacio.</p>	<p>Si fueron apropiadas en su momento y aunque hoy día parezca que no tienen relevancia fueron punto de partida para despertar el interés en torno a la necesidad de llegar a explicar y entender la manera en que se conformaba el átomo y las moléculas.</p>
<p>De acuerdo con las representaciones que dieron Dalton y Berzelius cuál de ellas tiene mejor repercusión en la actualidad</p>	<p>Para comprender un concepto de manera clara es necesario conocer su origen y la forma en que históricamente gracias a las contribuciones de muchos investigadores este concepto tomo forma, en este caso particular los aportes tanto de Dalton con sus representaciones bidimensionales usando circunferencias para representar elementos distintos y la forma en que se acomodaban en el espacio, seguido de los aportes de Berzelius sobre las masas atómicas ,la nomenclatura y las proporciones de los átomos en las moléculas son igual</p>	<p>Aunque ambos estudios son relevantes por su valor histórico la representación de Berzelius es más cercana a lo que conocemos en la actualidad ya que introdujo la notación por letras de los átomos así como las proporciones que manejan las formulas químicas.</p>

	de importantes y trascendentales en la estructuración de lo que hoy día se conoce como modelos atómicos y estructuras moleculares.	
Cuáles fueron las primeras representaciones tridimensionales que llevaron a los científicos a desarrollar los modelos representativos y las relaciones espaciales que presentan los átomos en la molécula.	Apoyados en las contribuciones que dieron tanto Dalton como Berzelius autores como Van Hoff y Fischer dieron un primer acercamiento sobre nuevas maneras de representar las moléculas en una forma más comprensible fuera del plano bidimensional con el fin de mostrar la disposición espacial que tienen los átomos en una molécula, así Van Hoff tomando como referencia el Carbono y su tetravalencia dio un primer avance en este sentido mostrando como se distribuían de manera hipotética estos cuatro enlaces que podría formar el carbono a través de dibujos de sólidos tetraédricos. Por su parte Fischer logro demostrar en un plano aunque bidimensional las proyecciones que podían presentar los enlaces de una molécula al proyectarlos hacia adelante o hacia atrás según fuera el caso simulando una distribución tridimensional que para su época resulto muy novedoso.	Las primeras representaciones que dieron un acercamiento a la tridimensionalidad de las moléculas fueron las hechas por Van Hoff y Fisher quienes a su manera empezaron a dar pautas sobre cómo se podrían acomodar los enlaces que conformaban una molécula en el espacio, usando la tetravalencia del carbono y las proyecciones hacia el frente y hacia el fondo respectivamente.
El método científico como procedimiento de validación de la experimentación y la observación es la única herramienta que funciona	Para que un fenómeno pueda ser descrito, evaluado y avalado por la comunidad científica debe ser comprobable bajo	Actualmente el método científico es la herramienta que brinda de manera organizada y sistemática la forma más adecuada y

para obtener resultados avalados por la ciencia.	parámetros que a través de la experimentación y la confrontación con teorías ya avaladas logre responder a las necesidades que se le atribuyan es por esto que el método científico es una herramienta que contribuye a dicha comprobación ya que por su estructura y diseño describe si un fenómeno es o no comprobable y por ende determina su validez en el ámbito científico.	aceptada por la comunidad científica de hacer que un postulado hipotético se pueda asumir como conocimiento científico al ser corroborado a través de la experimentación.
Creo que el conocimiento científico se logra únicamente a través de las dinámicas propias que se dan en las teorías constructivistas.	No es el único modelo que es capaz de crear conocimiento científico, pero si es el modelo que está mejor estructurado para desarrollar estrategias que conlleven a lograr un aprendizaje significativo por parte del estudiante, ya que ofrece la oportunidad de que mediante ensayos y relaciones académicas este pueda ir superando los obstáculos propios del aprendizaje con ayuda de herramientas didácticas encaminadas a proporcionar nuevas formas de ver y entender la ciencia.	Si es el modelo que está mejor estructurado para desarrollar estrategias que conlleven a lograr un aprendizaje significativo por parte del investigador..

**Entrevista propuesta para docentes en formación de acuerdo a las estrategias usadas en la enseñanza de las ciencias.**

<b>Pregunta</b>	<b>Marcela</b>	<b>Juan</b>
Cree usted que es fundamental la enseñanza de la geometría molecular para los estudiantes.	La geometría molecular es un tema fundamental en la formación en ciencia específicamente en la química, ya que a partir de su comprensión es posible tener una visión más	Si, dentro de la enseñanza de la química y dadas las condiciones actuales de desarrollo de la ciencia, se debe enseñar a los estudiantes que la estructura tridimensional de una

	<p>detallada de la manera en que las moléculas se conforman y por ende la manera en que la materia se comporta y como adquiere muchas de sus propiedades tanto físicas como químicas.</p>	<p>molécula ayuda a explicar muchas de sus propiedades. Además, enseña a los estudiantes que la química no es una ciencia que se describa de manera plana, sino que tiene una explicación más profunda lo cual favorecería la creación de actividades didácticas para fomentar el gusto por la ciencia.</p>
<p>Que piensa sobre las estrategias que implementan los docentes de las escuelas con el fin de explicar los conceptos básicos de geometría molecular.</p>	<p>Aunque no es fácil de entender la manera en que las moléculas se comportan según su geometría molecular, el uso de herramientas innovadoras como las que ofrecen los programas multimedia y modelos espaciales como el de bolas y palos son de gran ayuda para lograr llegar a comprender de un modo más realista las disposiciones espaciales que tienen las moléculas y por ende su comportamiento en la naturaleza.</p>	<p>Son insuficientes, es necesario utilizar no solo las pantallas o los tableros, se necesita llevar ejemplos y figuras para que los estudiantes observen, relacionen, analicen y creen.</p>
<p>Con que tipos de situaciones de la vida cotidiana podría relacionar los conceptos de la geometría molecular.</p>	<p>Ejemplos cotidianos como la estructura cristalina de un hielo, la forma en que los ángulos influyen en la elaboración de una edificación e incluso las características físicas de un vidrio, pueden ser punto de partida para explicar la manera en que se comporta la materia, pues así como a nivel macro podemos observar fenómenos de nuestro entorno de la misma manera en las moléculas a nivel micro la disposición u</p>	<p>A través de analogías entre los fenómenos visibles, situaciones cotidianas e ideas propias es posible encaminar el estudio de la geometría molecular de forma tal que se haga más fácil su comprensión y asimilación por ejemplo la forma en que se teje una alfombra, una telaraña, la manera en que nos relacionamos con otras personas sentimentales y socialmente entre otras.</p>

	orientación tridimensional de los enlaces y su naturaleza son la base para explicar de una forma más entendible dichos ejemplos.	
A través de que modelos o representaciones cree usted que se facilitaría el proceso de enseñanza de la geometría molecular.	A través de recursos virtuales e instrumentos lúdicos que puedan manejar correctamente los estudiantes.	Modelos de bolas y palitos.
Existen diversos programas y herramientas tecnológicas que nos dan una idea más clara sobre la geometría molecular de los compuestos. Conoce alguna.	Molecule shape Chemsketch	Avogadro y chem-sketch
Cree usted que el material audiovisual que se encuentra en internet facilita el proceso de aprendizaje en geometría molecular.	El material audiovisual que se encuentra en la internet es una ayuda importante para lograr entender la forma en que se conforman las moléculas pues al ser un tema tan complicado de entender, ya que si nos limitamos a la teoría se hace muy difícil asimilar la manera en que esto se lleva a lo real, por tanto los registros que ya se han hecho y que se comparten por medio de la web nos ayudan a tener una idea más clara y cercana a lo que la teoría nos explica y más en estos tiempos donde el uso y manejo de herramientas tecnológicas son de vital importancia y ayuda en la obtención de nuevas formas de aprendizaje.	Si, se pueden encontrar explicaciones con imágenes y animaciones donde muestran la geometría de las moléculas.