



## **TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA**

**El estudio de las piedras preciosas como estrategia didáctica para la enseñanza del enlace químico y la estructura molecular en familias de óxidos inorgánicos**

### **Estudiante**

John Alexander Calle Castañeda

### **Director**

Daniel Barragán, Dr. Sc.  
Escuela de Química

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Medellín

Abril, 2023

*Agradecimiento:  
Isabel Salazar por su cariñoso acompañamiento como geóloga en la construcción de un  
sueño.*

## PRELIMINARES

### **Título: El estudio de las piedras preciosas como estrategia didáctica para la enseñanza del enlace químico y la estructura molecular en familias de óxidos inorgánicos**

#### **Resumen**

Esta investigación se ubica en los procesos de la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, en el área de química del último grado de escolaridad (undécimo) construida a partir de la teoría pedagógica de los campos conceptuales de Vergnaud proveyendo estrategias para la comprensión del concepto de enlace químico en el proceso de óxido-reducción en óxidos básicos inorgánicos a través de las piedras preciosas (mineralogía). Este proceso se desarrolló por medio de una metodología cualitativa que a través de experiencias significativas posibilitando el aprendizaje en el área de química.

#### **Palabras clave:**

Enlace químico, piedras preciosas, Vergnaud, campos conceptuales, óxidos básicos; oxido reducción, enseñanza, aprendizaje significativo, química, ciencias naturales.

#### **Title: The study of gemstones as a didactic strategy for teaching chemical bonding and molecular structure in the family of inorganic oxides**

#### **Abstract**

This research is focused on the teaching processes of Natural Sciences; especially in the area of Chemistry, in the final high school grade; created from the Pedagogical Theory of Conceptual Fields by Gérard Vergnaud and providing teaching strategies for the understanding of the concept of chemical bonding in the process of oxide-reduction in basic inorganic oxides through gemstones (mineralogy). This process was developed through a qualitative methodology based on meaningful experiences allowing learning in chemistry.

#### **Keywords:**

Chemistry bold, gemstones, Vergnaud, conceptual fields; oxides; oxide-reduction, teaching, meaning learning; chemistry; Natural sciences.

## Tabla de Contenido

Capítulo I	9
1. Diseño Teórico	9
1.1 Selección y delimitación del Problema	9
1.1.1 Delimitación del tema	9
1.1.2 Planteamiento del Problema	9
1.1.3 Formulación de la pregunta	9
1.2 Justificación	9
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos Específicos	10
1.4 Marco Referencial	11
1.4.1 Marco Teórico	11
1.4.1.1.2 <i>Esquema</i>	12
1.4.1.1.3 <i>Situaciones</i>	13
1.4.1.2 Actividades del proyecto según Vergnaud	14
1.4.2 Marco Conceptual-Disciplinar	16
1.4.3 El enlace químico y las piedras preciosas bases conceptuales	18
1.4.3.1 Piedra preciosa	19
1.4.3.2 Enlace químico	19
1.4.3.3 Hibridación electrónica de orbitales	20
1.4.3.4 Enseñanza del concepto de enlace químico a través de las piedras preciosas:	20
1.4.3.4.1 <i>El enlace químico y los cristales</i>	20
1.4.3.5 La Formación de Óxidos a partir de la <i>Amatista (Amethyst)</i>	22
1.4.4 Propiedades físicas de las piedras en relación a su composición química (Materiales vs minerales)	24
1.4.4.1 Rubí (Ruby) y zafiro (Sapphire) ¿Qué hace diferente su color, si su composición química es igual?	25
1.4.5 Características fisicoquímicas de los minerales presentes en las piedras preciosas	26
1.4.5.1 Peridota (peridot)	27
1.4.6 La dureza, y el color presente en el Ópalo (Opal)	28
1.4.7 La Perla (pearl) su composición un óxido básico	29
	3

1.5 Estructura didáctica para la enseñanza del enlace químico mediante estructura de Lewis en la familia de los óxidos básicos a partir de <i>Piedras Preciosas</i>	30
1.5.1 Introducción: Importancia de las rocas y piedras preciosas	30
1.5.2 Términos propios de geología y de la mineralogía	31
1.5.3 Guía de enseñanza de las piedras preciosas; desarrollo general de la estrategia didáctica	31
1.5.3.1 Planeación Clase # 1: introducción al tema	32
1.5.3.2 Planeación Clase # 2: salida de campo a la quebrada “la saladita”	34
1.5.3.3 Planeación Clase # 3: protocolo de observación	34
1.5.3.4 Planeación de la Clase # 4: visita al Laboratorio	34
1.5.3.5 Planeación Clase # 5: construcción conceptual	35
1.5.3.6 Planeación Clase #6: continuación construcción conceptual	35
1.5.3.7 Planeación Clase #7: construcción teórica de piedras preciosas	35
1.5.3.8 Planeación Clase #8: laboratorio crecimiento de cristales de sulfato de cobre	36
1.5.3.9 Planeación clase # 9: discusión y conversatorio, precisiones conceptuales	37
1.6 Marco Legal.	38
1.7 Marco Espacial o Local	39
Capítulo II	41
2. Diseño Metodológico	41
2.1 Investigación Aplicada	41
2.2 Enfoque	42
2.3 Método	42
2.3.1 Fase 1 diagnóstico	42
2.3.2 Fase 2 Elaboración del plan de acción	43
2.3.2.1 Marco teórico	43
2.3.2.3 Marco normativo	43
2.3.2.4 Marco espacial	44
2.3.2.5 Marco metodológico	44
2.3.3 Fase de diseño	44
2.3.3.1 Fase 3 aplicación de experiencia	44
2.3.3.2 Fase 4 evaluación de la propuesta	45
2.4 Instrumentos de recolección de análisis de información	45
2.5 Población y Muestra	46
2.7 Planeación de Actividades	46

2.7 Cronograma de Actividades.	47
Capítulo III	1
3. Resultados y análisis	1
3.1. Introducción	1
3.2 Resultados	1
3.2.1 Salida de campo “quebrada la saladita”	1
3.2.2 Visita al laboratorio uso del macroscopio	3
3.2.3 Construcción individual de piedra preciosa Teórica resultados	4
3.2.4 Práctica de cristales de sulfato de cobre	6
3.2.5 Cierre autoevaluación infograma	8
Referencias	11
Anexos	14
Instrumentos	14
Instrumento 1.0	14
Instrumento 2.0	16
Instrumento 2.1	46
Instrumento 3.0	47
Instrumento 3.1	48
Instrumento 4.0	49
Instrumento 5.0	51
Herramientas didácticas	52
Herramienta 1	52
Herramienta 2	53
Herramienta 3	54
Evidencias	55
Instrumento 1 / Muestra 1 / Pág. 1	61
Instrumento 1 / Muestra 1 / Pág. 2	62
Instrumento 1 / Muestra 1 / Pág. 3	63
Instrumento 1 / Muestra 2 / Pág. 1	64
Instrumento 2 / Muestra 2 / Pág. 2	65
Instrumento 2 / Muestra 1	66
Instrumento 3 / Muestra 1	67
Instrumento 1 / Muestra 2	68

Instrumento 2 / Muestra 2 / Pág. 1	69
Instrumento 2 / Muestra 2 / Pág. 2	70
Instrumento 3 / Muestra 2	71
Instrumento 4 / Muestra 1	72
Instrumento 4 / Muestra 2	73
Instrumento 4 / Muestra 3	74
Instrumento 4 / Muestra 4	75
Instrumento 4 / Muestra 5	76
Instrumento 5 / Muestra 1	77

## Lista de tablas

Tabla 1. Propiedades .....	28
Tabla 2. Normograma .....	38
Tabla 3. Planificación o cronograma de actividades .....	47
Tabla 4. Cuadro descriptivo de actividades.....	44
Tabla 5. Instrumento 1 .....	2
Tabla 6. Instrumento 2 .....	3
Tabla 7. Instrumento 3. ....	5
Tabla 8. Resultados instrumento 4. Informe del laboratorio. ....	7

## Lista de Figuras

Figura 1. Estructura de Lewis.....	23
Figura 2. Alexandrite .....	24
Figura 3. Ruby & Sapphire .....	25
Figura 4. Peridota.....	26
Figura 5. Alótopos del carbono .....	27
Figura 6. Opal .....	29
Figura 7. Pearl.....	30
Figura 8. Rocas de origen y ciclo .....	33

# **El estudio de las piedras preciosas como estrategia didáctica para la enseñanza del enlace químico y la estructura molecular en familias de óxidos inorgánicos**

## **Capítulo I**

### **1. Diseño Teórico**

#### **1.1 Selección y delimitación del Problema**

##### ***1.1.1 Delimitación del tema***

El tema se elige en la enseñanza del área de química en básica secundaria, en los procesos de óxido reducción de óxidos básicos inorgánicos, a partir del estudio de la mineralogía y las piedras semipreciosas.

##### ***1.1.2 Planteamiento del Problema***

Se nota en los jóvenes dificultades en la comprensión del lenguaje específico del área de química implicado en todas las ciencias exactas, generando una distanciamiento entre los conceptos y la comprensión en el área de química; esto se refleja en la enseñanza de esta área, por tanto se buscan metodologías que permitan la comprensión de los procesos de óxido-reducción de los óxidos básicos inorgánicos, enfocado en la comprensión conceptual y procedimental de esto fenómenos, en los procesos electrónicos involucrados en la formación de compuestos con oxígeno con los metales; consecuentemente este distanciamiento influye en el aprendizaje generando poca vinculación con las actividades propias de la asignatura, por lo cual es necesario revisar las estrategias de enseñanza para el área de química para la construcción de conocimientos a partir de situaciones problemas y tareas.

##### ***1.1.3 Formulación de la pregunta***

¿Cómo promover el aprendizaje de la química en los jóvenes de básica secundaria, a partir de una propuesta metodológica desde la mineralogía de las piedras preciosas y semipreciosas, enmarcada en los campos conceptuales de Vergnaud para la formación de óxidos básicos en la enseñanza de química inorgánica?

#### **1.2 Justificación**

En la actualidad la labor docente requiere más que un saber específico, requiere la pasión por enseñar y la vocación por cambiar el mundo, por tal motivo la reflexión sobre la práctica docente es un pilar de la educación crítica, ya que conlleva a pensar en las prácticas educativas no como un labor sistemática y rigurosa sino como una serie de posibilidades que a su vez están ligadas a diferentes variables que hacen de esta acción un arte con tintes científicos, con un objeto de estudio subjetivo y que responde a unas particularidades, sociales, políticas, culturales y propias que

amalgaman un panorama holístico complejo y no solo una tabula rasa para depositar el conocimiento.

Teniendo en cuenta la complejidad hermenéutica y latente de la educación podríamos decir que en la enseñanza de las ciencias naturales hay un horizonte que amplía dichas variables pero que a su vez genera un choque entre los saberes propios y creencias del estudiante con la rigurosidad científica conllevando a la desmotivación por aprender ciencia, pero que a su vez se hace atractiva para los jóvenes puesto que se puntualiza en las prácticas de laboratorio ya que el aprendizaje experiencial es fundamental para la construcción del conocimiento científico y de la misma manera de la enseñanza de la química.

Por lo cual se percibe en las aulas de clase una necesidad sobre implementar estrategias didácticas que parten desde el análisis de las necesidades actuales de los jóvenes y de la trascendencia de la práctica docente desde sus propias reflexiones, de los requerimientos de la sociedad actual conjugado con la pragmática y funcionalidad del conocimiento científico para explicar la realidad o cotidianidad que viven los estudiantes.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Construir una propuesta metodológica de enseñanza desde la mineralogía (piedras preciosas y semipreciosas) enmarcada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) planteando un modelo didáctico enfocado en la aplicación de situaciones y tareas en un contexto cercano que incentive en los jóvenes el aprendizaje a la comprensión de los procesos de óxido-reducción involucrados en los óxidos ácidos inorgánicos en el área de química de básica secundaria del Colegio Colombo francés de la ciudad de la Estrella de grado undécimo.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Construir las bases conceptuales, teóricas y metodológicas para fundamentar la propuesta de enseñanza de óxidos básicos inorgánicos a través de piedras preciosas en relación con situaciones y tareas.
- Diseñar una propuesta de enseñanza apoyada en la teoría de los campos conceptuales que promueva la indagación y la explicación de fenómenos a partir de un taller experimental con piedras semipreciosas que permita recolectar información para validar la estructura didáctica de la enseñanza del proceso de óxido-reducción a través de la mineralogía.
- Validar la ruta metodológica e interpretar los resultados de los instrumentos para estructurar la propuesta definitiva de la enseñanza de los óxidos básicos inorgánicos en básica secundaria a través de la mineralogía.

## 1.4 Marco Referencial

### 1.4.1 Marco Teórico

#### 1.4.1.1 Teoría de campos conceptuales de Vergnaud

La teoría de los campos conceptuales proporciona un marco pedagógico para la enseñanza de las ciencias puesto que se enfoca en actividades cognitivas que implican gran complejidad para aprenderlas, es una teoría psicológica del concepto, lo que significa vínculos del sujeto con el conocimiento, cuyo fin es la construcción de conceptos a partir de la conceptualización de lo real.

Esta teoría educativa psicológica cognitivista, planteada por Vergnaud (1990, 2009) estudiante de Piaget; quién reconoce *el sujeto en acción*, para ambos el desarrollo cognitivo depende del batallar con situaciones y conceptualizaciones; además, Vergnaud destaca los aportes de Piaget en relación con la ideas de adaptación, equilibrio; esto influye en Vergnaud específicamente en el papel del lenguaje y a su vez reconoce el concepto de esquema y lo acuña en su teoría de campos conceptuales, a su vez, Vergnaud reconoce que también tuvo influencia de lo propuesto por Vygotsky.

A partir de lo anterior, Vergnaud (1990, 2009) reconoce en la teoría de Vygotsky desde la importancia de la zona de desarrollo próximo, la mediación del maestro como guía en el proceso de aprendizaje y así mismo la interacción social, el lenguaje y el simbolismo (palabras, números, símbolos, fórmulas, etc.). La teoría de los campos conceptuales es una teoría psicológica del proceso de conceptualización de lo real mediada por el lenguaje, proponiendo los esquemas, situaciones, y tareas.

Los campos conceptuales permiten abordar actividades cognitivas complejas que buscan aprendizajes científicos y técnicos desde la conceptualización de lo real, la teoría psicológica del concepto, con los conocimientos se apropian a través de sus filiaciones, sus rupturas y su contenido conceptual, es por tanto que la teoría plantea las formas como el sujeto interactúa con la realidad usando unos esquemas en distintas situaciones, la manera como este construye los conceptos a partir de la interacción de diversas situaciones en las cuales se desarrolla el proceso de aprendizaje, aplicando habilidades sociales para resolver problemas que impliquen un lenguaje tanto simbólico como literal a partir del saber propio y la construcción de nuevos conocimientos.

Esta es una teoría cognoscitiva que busca crear un marco para el desarrollo del aprendizaje con el fin de que este sea lógico y coherente; construyendo a partir de situaciones competencias cognitivas más complejas. Enfocándose en los “conocimientos” y “conceptos” los cuales define como “*saber hacer*” y lo que expresa de lo que sabe, es a través de un lenguaje más complejo usando los códigos propios de campo conceptual en el que se inscribe este campo de saber humano.

El proceso de conceptualización en esta teoría se refiere a construir aprendizajes a partir de situaciones en las que se involucren los conceptos, es decir, los conceptos “en situación (conceptos en contexto), sin reducirlos a su mera definición yendo más allá y partiendo del sentido histórico de estos. Es por esto que el maestro a partir de la teoría de los campos conceptuales, los esquemas y en conceptos puede construir tareas que aporten a resolver problemáticas tanto teóricas como prácticas desde una visión real para llegar a los conceptos.

Los campos conceptuales plantean la importancia de las experiencias propias que los estudiantes poseen en su repertorio para aplicar desde sus esquemas en situaciones, en las cuales ha tenido la posibilidad de darle tratamiento apoyado en sus competencias propias y otras que no posee en su repertorio con las que no ha tenido contacto; o con las que no tiene herramientas para abordarlas; refiriéndose a esto , a las maneras en las cuales el sujeto puede accionar de manera racional para resolver dichas situaciones; desde su haber cognitivo que no necesariamente responde a una forma conceptual.

#### **1.4.1.1.1 Campos Conceptuales**

Un campo conceptual se puede definir como un conjunto de situaciones, problemas, preguntas, conocimientos, estructuras, contenidos, procedimientos, símbolos, fenómenos, un campo de saber con el fin de poner los conceptos en acción, usando sus propios esquemas allí es donde se muestran las habilidades, herramientas y acciones que dependen del sujeto, de sus vivencias, sus experiencias y acercamientos a la realidad para construir teoremas, conceptos, referentes y significados en el proceso que se enmarcan en un enfoque llamado esquema que le permiten construir los conceptos a partir de la interacción social.

#### **1.4.1.1.2 Esquema**

De la misma manera se plantea el **esquema** como “organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones” (Vergnaud 1990, 1993, 1994, 1996, 1998 citado por Moreira, 2002, p. 6) en la que se enmarcan diversos problemas, refiriéndose al tipo de situaciones y la manera como el sujeto hace uso de los conocimientos, encuentra soluciones variables y toma decisiones; el sujeto a partir de los esquemas genera acciones que hacen que este conocimiento tome sentido en situación. Son las metas, posibilidades de inferencia y anticipaciones que llevan a la organización invariante de la conducta para resolver una serie de situaciones. Son los elementos cognoscitivos que hacen que esta acción sea operatoria y sea útil.

El concepto de *esquema* se plantea como organización invariante del comportamiento frente en situaciones para que el sujeto aplique las herramientas cognoscitivas que posee para resolver problemas tanto de situaciones que posee en su repertorio (concepto- en acto), y donde no tiene conocimiento donde construye o modifica sus esquemas; de esta manera el sujeto opera desde los esquemas disponibles o de los esquemas que requiere, depende de las variedad de situaciones o experiencias que

el sujeto tenga en su repertorio, o la semejanza de estas con otras similares para hacer uso de sus habilidades o si es necesario descubrir nuevas formas de abordar las tareas de dichas situaciones para resolverlas.

El funcionamiento cognitivo de un sujeto depende del repertorio que este posea, igualmente este puede descubrir nuevos esquemas en situación, y partiendo de esto no se puede teorizar sobre estos esquemas propios sin tener en cuenta el desarrollo cognitivo, he allí el problema más importante de la teoría de campos conceptuales, es por tanto que la amplitud del esquema puede ser un inconveniente y llevar a un fallo, por lo cual el sujeto debe generar los límites del esquema.

En la ciencia los teoremas y los conceptos en acción son necesarios para la construcción del lenguaje científico lo que a su vez constituye el campo de acción de esta debido a la especificidad de sus símbolos e invariantes operatorias, en este proceso de construcción de códigos lingüísticos donde la conceptualización es la piedra angular de la cognición, por tanto, conocer los Invariantes operatorios (conceptos-en-acto y conocimientos-en-acto) proveen al maestro la posibilidad de plantear situaciones que permitan desarrollar tareas, teniendo en cuenta los esquemas del estudiante que permitan la comprensión de la información, las técnicas o conceptos, posibilitando la aplicación de invariantes propios de las situaciones, que se deriven para el desarrollo cognitivo del sujeto en el aprendizaje de conceptos.

#### **1.4.1.1.3 Situaciones**

Es posible definir las situaciones como aquellas circunstancias espaciales, temporales y relacionales donde se ponen en juego los conceptos e invariantes operatorios (teorema en acción o concepto en acción), partiendo posibilidades que encuentre el sujeto para construir su significación propia, construyendo el dominio de estos esquemas para resolver las situaciones y desarrollar nuevos aprendizajes a partir de elementos cognoscitivos. Este concepto de situación se interrelaciona directamente con esquema sin separarlo, es la interacción de esquema-situación el desarrollo cognitivo es un vasto desarrollo de esquemas.

A su vez la historia es importante al momento de tener en cuenta los conceptos y teoremas puesto que han avanzado gradualmente, por lo que compete a la didáctica orientar, analizar, y descomponer en elementos más simples buscando situaciones compuestas de variabilidad de relaciones. Es importante la planificación de situaciones donde se deben conocer la naturaleza y dificultad propia de estas, entendiendo esta como un conjunto de tareas que modele la dificultad conceptual para la construcción de teoremas y conceptos de la ciencia.

Los campos conceptuales planteados por Vergnaud (1990, 2009) brinda las herramientas pedagógicas para construir un aprendizaje situado, construido desde la interacción social que permite poner los conceptos en contexto, elaborando significantes y significados enmarcados en el esquema. En la enseñanza de las ciencias de las exactas y naturales basada en esquemas y situaciones nos acerca a

construir un aprendizaje fructífero desarrollando habilidades partiendo de los referentes propios que posee el estudiante generando la intermediación para la construcción de conceptos en contexto.

#### 1.4.1.2 Actividades del proyecto según Vergnaud

La actividad de enseñanza de los conceptos de óxido reducción mediante las piedras preciosas en química se desarrolla partiendo de varias situaciones se pretenden construir conocimientos desde tareas complejas y conceptualizaciones, la interacción social para apropiarse del lenguaje propio del área y simbolismo que se ha construido para el desarrollo de explicaciones, operaciones o conceptualizaciones, debido esto se propone desarrollar una práctica experiencial:

**Situación de aprendizaje que se plantea según la teoría de campos conceptuales de Vergnaud es:** *Las piedras preciosas en el contexto cercano y su importancia*

#### Situaciones propuestas:

1. ¿Cómo se forman las piedras preciosas, qué relación tienen los óxidos en su formación? ¿Cómo encontramos piedras preciosas en la quebrada?
2. ¿Qué es la oxido-reducción?, ¿Cómo se relacionan las piedras preciosas con los óxidos?, ¿El color es una característica física de estos óxidos?
3. ¿Los colores de los óxidos tienen que ver con diferentes formaciones de piedras preciosas?; ¿los diferentes metales y el origen de las piedras preciosas como se relacionan con la oxido-reducción? ¿De qué manera el hombre ha usado estas en la vida cotidiana?
4. ¿Cómo podríamos construir teóricamente una piedra preciosa?

A continuación, se detallan cada una de las situaciones propuestas.

- **Situación 1 (salida de campo quebrada):** En un entorno abierto natural como la quebrada la “saladita”, donde se pone en juego con los estudiantes la interacción, búsqueda y recolección de material geológico previamente concertado; como rocas comunes, distintos colores y tamaños no superiores a 4 cm, el cual posteriormente el objetivo alude inicialmente a la observación directa (desde los sentidos) del material encontrado. **Tarea 1:** hacerse preguntas sobre la apariencia de estas rocas y describir los colores asociándose con el color de los elementos de la tabla periódica; buscando responder esta pregunta “¿Cómo se forman las piedras preciosas, qué relación tienen los óxidos en su formación?”.
- **Situación 2 (laboratorio):** En el laboratorio por medio del estereoscopio (microscopio) se hará una observación más detallada de las piedras

encontradas buscando características físicas observables a mayor detalle, comparando lo observado con material audiovisual de apoyo de formación de piedras semipreciosas. **Tarea 2:** construir un cuadro comparativo de similitudes y diferencias serán los componentes, según origen clasificarlas. Buscando resolver esta pregunta: “¿Qué es la oxido-reducción y que tiene que ver esta con el color de las piedras encontradas?”

- **Situación 3 (construcción conceptual):** En el aula se proveen de símbolos y códigos conceptos, procesos y procedimientos de óxido-reducción (Recordatorio), identificando según la composición de las rocas las diferentes estructuras de silicatos de distinto color y su formación según el origen, y partiendo de la clasificación de rocas de acuerdo con su composición y los procesos de óxido reducción en los que se involucran en distintos elementos formando óxidos básicos. Lo anterior apoyado en la búsqueda de información, contrastación, análisis de los datos allí recolectados para la construcción de conceptos.

Consecuentemente se pasa al conversatorio, que busca la profundización partiendo de la socialización de aprendizajes y conclusiones de las prácticas anteriores. **Tarea 3:** construir a partir de la estrategia del infograma de piedras preciosas y formación de óxidos básicos. Lo anterior se plantea buscando resolver esta pregunta: “¿Los colores de los óxidos tienen que ver con diferentes formaciones de piedras preciosas?” (Cuadro relacional) escala de dureza

- **Situación 4 (aplicación conceptual):** A partir de los conocimientos adquiridos y conceptos construidos guía para construir piedra preciosa en el salón de clase. **Tarea 4 - parte uno:** se desarrollará en parejas, a partir de los estados de oxidación construir una piedra preciosa eligiendo uno de los minerales para que éste teóricamente forme un compuesto estable y agregando el medio y simulando (teóricamente) buscando replicar las características que rodean la formación de una roca. Como producto deben entregar la composición química, la estructura molecular, y la organización geométrica y a partir de la especulación dibujar la piedra preciosa construida, en una ficha descriptiva con la imagen simulada. **Tarea 4 - parte dos:** práctica experiencial construcción de cristales de sulfato de cobre.

Desde estas preguntas enfocadas a formación de piedras preciosas y su relación con óxidos básicos; la explotación de piedras semipreciosas y su impacto en el ambiente desde el uso de los recursos naturales y humanos, relaciones entre los accesorios y artículos ornamentales en los hogares; además desde el poder otorgado a las piedras semipreciosas y la posibilidad de reconstruir las características de esta desde el contexto próximo de la

quebrada perteneciente al Colegio colombo francés, relacionando la geología, las minas, menas con la formación de silicatos en las rocas que les otorgan el color y el brillo a dichas rocas desde la formación ya sea ígnea o metamórficas.

Se pretende constituir de manera colegiada los conceptos a partir de un conversatorio concretando los conceptos abordados, en la cual aporta a la construcción colectiva del conocimiento científico en el área de mineralogía y la geología en relación a los compuestos encontrados en piedras comunes comparado con las piedras preciosas, según los óxidos básicos que las componen permitiendo así la conceptualización pertinente al área de química, y en el medio ambiente, ciencia, tecnología y sociedad.

#### **1.4.2 Marco Conceptual-Disciplinar**

Las piedras preciosas y semipreciosas hacen parte de nuestra vida desde muchos ámbitos y se han convertido en parte esencial en las relaciones culturales del ser humano, puesto que han sido parte de la historia desde la fabricación de herramientas en la época primitiva hasta la ornamentación de trajes e indumentarias de la realeza. Su valor no solo radica en su belleza, sino también en unos valores que le hemos asignado como sociedad o propiedades que aportan de manera significativa a nuestra salud, relacionamiento con los otros y rituales simbólicos como los que solo la especie humana lo suele hacer ya sean matrimonio, compromiso, eventos sociales, o la conexión con la naturaleza, por lo que dichas gemas adquieren un valor significativo a nivel global, atemporal y cultural para la especie humana.

Las piedras semipreciosas y preciosas han ido incursionando, no solo en la estética y la cultura, sino también en la industria, lo que conlleva a este mercado a mover millones de dólares en la economía global. Esto a su vez ha generado problemas de índole social como la explotación de personas en la minería, político con dinámicas de tráfico de gemas y ambiental, especialmente las esmeraldas en nuestro país, con consecuencias y daños irremediables en los diferentes ecosistemas y territorios de comunidades indígenas.

La educación tiene como fin la enculturación y la generación de dinámicas de socialización en torno a conocimientos construidos en la búsqueda de entendimiento y la explicación del mundo desde diferentes áreas del saber humano. Entender las dinámicas sociales, económicas y ambientales son necesidades de la pedagogía para contextualizar la educación, a su vez las metodologías de enseñanza son aquellas herramientas didácticas proveídas para construir un proceso acorde a las necesidades actuales y globales. Proponer situaciones de aula que involucren las piedras semipreciosas, con aportes desde la innovación didáctica, contribuye a contextualizar el conocimiento y dinamizar la praxis educativa.

Partiendo desde la enseñanza de la química, apoyada en situaciones cotidianas que involucren perspectivas variadas con aspectos llamativos para vida de los jóvenes,

como lo son las piedras semipreciosas, puede facilitar la enseñanza de conceptos más complejos. Específicamente es de interés la transferencia de electrones en una reacción de óxido-reducción, ya que la contextualización hace los conceptos más cercanos para su apropiación y comprensión en la formación de rocas metamórficas e ígneas; el esquema de formación de estas gemas genera una situación que permite abordar la composición química y la formación de óxidos, puesto que involucra la construcción de conocimiento desde el área de química en contexto.

La química se percibe como una ciencia abstracta desde su conceptualización, por lo cual es urgente plantear estrategias de enseñanza que permitan abordar el conocimiento desde las situaciones experienciales, lo cual nos facilita la construcción colectiva de conceptos, teorías y postulados. La óxido-reducción puede familiarizarse con un fenómeno relacionado solo al hierro que vemos de color rojizo, el ejemplo típico en los textos. Estos procesos químicos van más allá de simples cambios de color, el conocimiento químico relevante es lo que sucede al interior de la materia.

Es por tanto que la enseñanza de la química para los estudiantes que parta desde una educación pragmática corresponde a un pilar fundamental para un aprendizaje que trascienda en sus vida, por lo que experimentar, indagar, descubrir, investigar y conocer fenómenos de la naturaleza que estén relacionados con el intercambio de electrones entre sustancias químicas permite que conceptualicen y hagan tangibles fenómenos químicos como la óxido-reducción puesto que la comprensión de estos lenguajes y simbolismos permitirá avanzar en la interiorización de cálculos estequiométricos en la relación de masas, la nomenclatura orgánica e inorgánica entre otros aprendizajes en el área de química.

Teniendo en cuenta lo propuesto por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) estamos celebrando en el presente el año de la química, y dicha organización define a la química (Lehn, 2011)\* “como el arte de hacer compleja la materia” (párr. 1), crear y construir a partir de la comprensión de naturaleza citado por la Unesco de , sus relaciones con la humanidad su historia, su cultura; aportando desde su perspectiva a las ciencias de la naturaleza, a su vez los derechos básicos del aprendizaje y a los estándares curriculares para el área de química en secundaria plantean la interacción del conocimiento con el contexto para resolver problemas a los que estamos abocados como sociedad donde se pueda usar el conocimiento y las habilidades de pensamiento como posibilidad de poner en práctica las herramientas cognitivas allí adquiridas buscando resolver problemáticas como comunidad, sociedad o humanidad misma dándole sentido real al conocimiento científico en contexto y con fines formativos en el área de química.

Esta propuesta está acorde a la normativa contenida en los derechos básicos de aprendizaje y los estándares curriculares: “Comprender los diferentes mecanismos de reacción química”, entre ellos los procesos de oxidación, partiendo de esto se

propician las condiciones para el aprendizaje de los conocimientos básicos desde situaciones y tareas que pueden ser aplicados en contextos cercanos desarrollando competencias ciudadanas desde la educación científica y ambiental que apoyen la construcción del territorio colombiano impactando de forma positiva su sociedad y su cultura a través de una propuesta de enseñanza.

Consecuentemente el conocer y proponer otras secuencias metodologías, estrategias, modelos o sistemas para la enseñanza de la química y partiendo esquemas, situaciones o de resolución de problemas que puedan estar enmarcados un contexto real nos avoca a ser creativos puesto que nos inscribimos en un contexto de país complejo en los ámbitos políticos, sociales, económicos, y culturales enfocados en nuestro territorio llamado Colombia que es complejo, debe facilitar a los jóvenes espacios diversos donde desarrollar habilidades y capacidades que verdaderamente sean funcionales en la vida cotidiana buscando un aprendizaje trascendental.

Conocer el proceso de óxido-reducción y su relación directa en la transferencia de electrones para en la formación de óxidos básicos de manera contextualizada posibilita la interacción de habilidades de pensamiento con situaciones cotidianas, por lo que permite profundizar en fenómenos naturales de la formación de estas piedras preciosas y usar la geología y específicamente la mineralogía ya que la mayoría de las piedras preciosas y semipreciosas tienen como componente químico primordial que otorga el color dichos óxidos como campo conceptual donde se aplican varias ciencias exactas, permite llevar las conceptualizaciones a ambientes más cercanos y tangibles para el aprendizaje.

A nivel global la investigación y creación de conocimiento científico ha tomado niveles de relevancia que no conocíamos anteriormente debido a la pandemia, por lo que entender de procesos bioquímicos que son requeridos para comprender las dinámicas de esta situación. Además ciertos conceptos científicos e interacciones desde el área de química son vitales en el desarrollo mismo de la sociedad en un acontecimiento nunca antes vivido a partir de la interacción con el COVID-19, formas de desinfección, medicamentos, mutaciones, cepas entre otros que han llevado a la humanidad en interesarse en aspectos de la higiene, interacción y normas sociales en pro de la salud colectiva que tiene su sustento en la ciencia, por primera vez en el siglo veintiuno hemos vuelto a repensar las necesidades de la humanidad apoyados en el conocimiento científico y médico; buscando mayor conocimiento en las áreas que componen las ciencias de la naturaleza, la química y dándole mayor importancia en la vida cotidiana.

#### ***1.4.3 El enlace químico y las piedras preciosas bases conceptuales***

En esta sección se muestran los conceptos construidos para la propuesta de enseñanza y la secuencia didáctica que contempla las bases didácticas para

posibilitar el proceso de enseñanza del enlace químico desde la propuesta de mineralogía y piedras preciosas.

#### **1.4.3.1 Piedra preciosa**

En la naturaleza, se encuentra la materia en diversidad de formas inimaginables y éstas proveen al ser humano de insumos para usar en la cotidianidad, pero hay una configuración particular que se hace muy llamativa para el uso comercial, ornamental y cultural; los carbonatos y los óxidos de metales que se configuran en estructuras geométricas, formando cristales que por sus colores, brillo y dureza peculiares en aglomerados minerales que llaman la atención del ser humano. Esta forma de agregación en cristales es conocida como piedras preciosas puesto que son atractivas y estimadas para la humanidad.

Las rocas poseen composiciones químicas como carbonatos y óxidos, moléculas caracterizadas por poseer en su estructura enlaces entre el oxígeno con otros elementos, pero hay una composición particular que al ir configurándose entre sí de maneras geométricas que permiten la interacción de la luz con el ángulo de los enlaces, evidencian en su estructura macroscópica características como dureza, color y brillo otorgando a esta configuración de la materia particularidades llamativas para la economía, la cultura y la sociedad.

Por lo anterior, podemos definir una piedra preciosa como la forma en que la materia evidencia química macroscópica (óxidos básicos o silicatos) adquieren un valor superior a otro tipo de piedras, como lo cita Ametrano (2005) “en la Biblia se lee “el precio de la sabiduría está por encima de los rubíes” (p. 14) refiriéndose a que esta piedra es de un gran valor casi igual al de una facultad humana, otorgando así a esta una estimación que no se refiere sólo lo económico sino que trasciende a otras esferas humanas.

#### **1.4.3.2 Enlace químico**

Los átomos interactúan mediante fuerzas de atracción-repulsión electrostáticas, hasta que estas fuerzas se compensan, a una distancia y energía óptimas, formando un sistema atómico estable. El sistema atómico formado tiene mayor estabilidad que los átomos individuales, definiendo lo que conceptualmente conocemos como enlace químico. En otras palabras, lo plantea (Doymus, 2008) como la interacción de átomos buscando mayor estabilidad química formando la molécula como un sistema con menor energía (Chang, 2011).

Entre las propiedades básicas características del enlace químico tenemos la energía del sistema molecular y la distancia entre los núcleos atómicos. Una vez están definidas las entidades atómicas que participan en el enlace químico, es posible caracterizar éste a partir de las propiedades básicas características en: enlace sencillo, doble, triple, covalente, iónico, metálico (Chang, 2011).

### **1.4.3.3 Hibridación electrónica de orbitales**

En la hibridación de orbitales se conoce como la posibilidad de interacción entre las últimas capas energéticas de la nube electrónica de un sistema atómico que interactúa con otro sistema atómico, y debido a diferencia de electronegatividad estos intercambian electrones y se atraen, ubicándose los electrones en los orbitales disponibles enlazando los orbitales.

### **1.4.3.4 Enseñanza del concepto de enlace químico a través de las piedras preciosas:**

En el aula de clase la enseñanza de la química es un reto, y poner en juego el concepto de enlace químico provee el camino para la comprensión de otros fenómenos como las reacciones, es por esto que utilizar la estructura de Lewis, la hibridación de orbitales, y la ley del octeto permite interactuar con la composición de la materia, los estados de agregación que pueden formar algunos compuestos inmersos en las piedras preciosas.

La Estructura de Lewis como método gráfico es una forma de interactuar con los conceptos valencia, número de oxidación, electronegatividad, posibilitando a partir del oxígeno cuyo estado de oxidación es  $-2$ , esta propiedad depende de la configuración electrónica ya que su último nivel  $2p^4$  lo que nos indica que hay tres orbitales de los cuales los electrones se distribuyen dejando en los suborbitales dos de ellos con el espacio para alojar cada uno un electrón, esta particularidad es una oportunidad para la enseñanza ya que en estos orbitales es posible recibir electrones de elementos metálicos formando óxidos básicos inorgánicos.

La ley del octeto acompañada de la estructura de Lewis posibilita evidenciar de manera gráfica la interacción de los electrones de valencia formando el enlace comprendiendo la naturaleza estructural de los elementos, su configuración electrónica y electronegatividad están involucradas en la unión química de la molécula teniendo fuerza de unión depende de la energía y la distancia que permite la estabilidad química del mismo, donde las fuerzas de atracción y repulsión están en equilibrio.

En el caso del carbono, el silicio y los otros metales como el níquel, aluminio, cromo, hierro o circonio cuyo estado de oxidación oscila entre  $+2$ ,  $+3$ ,  $+6$  lo que posibilita la interacción con el oxígeno supliendo los suborbitales con los electrones de valencia que necesita para formar la ley del octeto, formando compuestos estables, óxidos básicos inorgánicos presentes en la composición de las piedras preciosas, como el rubí ( $Al_2O_3$ ) y el zafiro ( $Al_2O_3$ ) donde interactúan los cationes interviniendo en la estructura macroscópica de estas piedras preciosas.

#### **1.4.3.4.1 El enlace químico y los cristales**

En relación a las piedras:

La estructura tiene que ver con la disposición en espacio de las partículas y la distribución de la carga eléctrica, la cual depende del tipo de partículas y del tipo del enlace (...) y del estado en que se encuentra la sustancia; las propiedades son cualidades perceptibles de las sustancias, [que en estado sólido pueden presentarse en forma de cristales] (Caamaño, 2020)

Como lo proponen Oñorbe y Caamaño Ros (2004) el enlace influye en la estructura resultante debido a la polaridad de las moléculas y las fuerzas intermoleculares; las moléculas se acomodan en el estado que presenta el material compuesto de minerales y así se forman en cristales.

El nombre **diamante** proviene del griego *adamas* o *adamantem* que significa “invencible”; en esta piedra preciosa el mineral que la compone es el carbono, que se encuentra en su máxima pureza (Errandonea, 2009); en la composición química encontramos enlaces entre átomos de carbono, muy estables; por su disposición en la estructura en forma una pirámide perfecta, es posible encontrar los átomos de carbono por capas, teniendo la primera un enlace, la segunda cuatro, la tercera nueve y la cuarta dieciséis, lo que hace una sucesión de cuadrados de ahí su forma geométrica perfecta.

Los diamantes de origen natural se encuentran casi siempre en forma cristalina con una orientación cúbica de los átomos de carbono unidos por enlaces en la hibridación de los subniveles  $sp^3$ . Al tener la Hibridación en dichos orbitales los enlaces carbono-carbono se organizan en formas geométricas que mantienen las distancias intermoleculares buscando niveles energéticos bajos en las moléculas.

En los diamantes es posible encontrar en la estructura defectos o inclusiones de átomos de otros elementos que varían el color, pero la disposición en la estructura de los átomos de carbono sigue siendo cúbica y los enlaces son únicamente  $sp^3$  (Gispert, 1996). Las tasas de crecimiento de material tanto en diamantes naturales como en el diamante sintético implican métodos de producción suficientemente lentos para que la estructura reticular tenga tiempo de crecer, en la forma de energía más baja, es la cúbica, posible en los enlaces de los orbitales de los subniveles  $sp^3$  de átomos de carbono.

Por el contrario, como lo plantea (Errandonea, 2009) el carbón como diamante se produce normalmente mediante procesos en los que los carbonos con el precursor de alta energía (por ejemplo, en los plasmas, en filtrado depósito por arco catódico, deposición catódica o deposición de haz de iones) se enfrían o se depositan en superficies relativamente frías rápidamente. En esos casos las redes cúbicas y hexagonales se pueden mezclar aleatoriamente, capa por capa atómica, porque no

hay tiempo para una de las geometrías cristalinas crezca a expensas de la otra antes de que los átomos son "congelen" en su lugar en el material.

Es preciso aclarar que es la **electronegatividad** es propiedad de los elementos de atraer o captar electrones durante el enlace químico en el diamante tenemos enlaces carbono-carbono de igual electronegatividad, Pauling desarrolló una escala que tiende a aumentar de izquierda a derecha en los periodos y de abajo hacia arriba en los grupos en la tabla periódica, y esta interviene directamente en la formación de los enlaces debido a la naturaleza electronegativa de cada elemento y a la energía de ionización; en el enlace carbono-carbono se mantiene la molécula con carga neta cero; en este caso el enlace es covalente ya que comparten electrones.

**La estructura de Lewis** para representar el enlace químico a través de un sistema de puntos(o diferentes figuras, asteriscos, líneas entre otros); donde cada par de puntos representa un par de electrones que entrega o recibe cada elemento emparejado como ejemplo tenemos al C que le comparte un par de electrón al C formando el enlace carbono-carbono y se representa así  $C:C \rightarrow C-C$  donde la línea representa los electrones compartidos, (Gispert, 1996). Además se apoya en la Ley del octeto para que cada elemento al recibir o entregar electrones busque alcanzar configuración electrónica de gas noble y así su estabilidad electrónica.

#### 1.4.3.5 La Formación de Óxidos a partir de la *Amatista (Amethyst)*

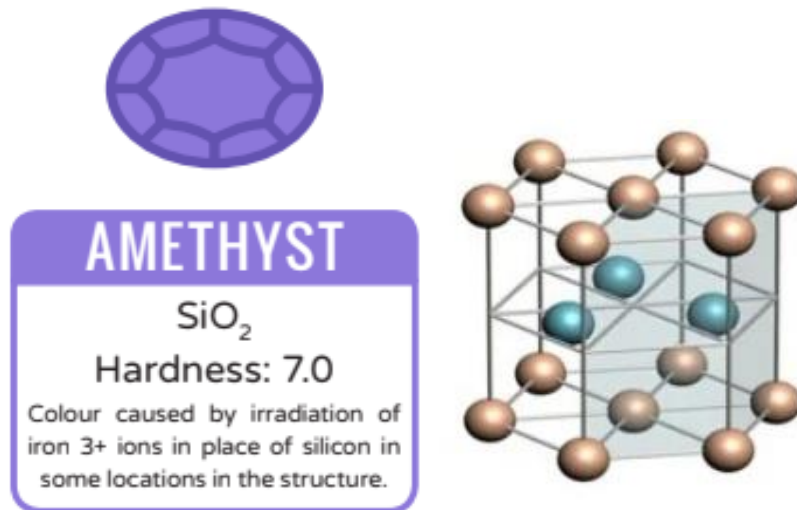
La propuesta de enseñanza inicia con la explicación de la composición química de la piedra preciosa llamada amatista el dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) cuyo enlace entre dos elementos silicio y oxígeno; con características poco metálicas (el silicio) y otro no metálico (el oxígeno), las características del elemento silicio ( $Si_{(14)}$ )  $Z=14$ , ubicado en grupo *IVA*, según su configuración electrónica:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$  posee 4 electrones en sus últimos niveles de energía, y sus números de oxidación son; +4, +2, y el oxígeno  $Z=8$  ( $O_{(8)}$ ) ubicado en el periodo *VIA* cuya configuración electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^4$  con una valencia de 6 electrones y un estado de oxidación  $-2$ ; lo que permite que se pueda formar óxido de silicio; este otorga por un lado un par a un átomo de oxígeno y por el otro lado otro par a otro átomo de oxígeno.

El oxígeno en sus últimas capas de energía cuenta con la disposición de orbitales libres para interactuar al recibir dos electrones, estos están en dos orbitales separados  $py$  y  $pz$ ; mientras que el silicio está en la posibilidad de interactuar al entregar 4 electrones, quedando con disponibilidad en los orbitales  $px$  y  $py$ , con un orbital libre y otro ocupado con un electrón, por lo cual es fácil que los ceda, Y  $pz$  con sus dos orbitales libres lo cual posibilita gran variedad de interacciones entre estos niveles "P" e hibridan los orbitales "X" y "Y" hibridando y formando un compuesto estable.

Según la estructura de Lewis se puede representar de esta manera:

: Ö: +: Si: +: Ö: y se muestra en la composición como SiO<sub>2</sub>; un átomo de silicio con dos de oxígeno.

**Figura 1. Estructura de Lewis**



Nota. imagen de la izquierda tomada de <https://bit.ly/3CaNFmI>

Imagen de la derecha tomada de <https://bit.ly/3A3KZV2>

En esta figurase observa cómo se organizan los átomos de oxígenos con el Silicio en la mitad formando formas geométricas

Según la redistribución de electrones el oxígeno recibe del silicio forma un compuesto estable, llamado el óxido de silicio o sílice, debido a su momento dipolar a suele atraer más átomos de oxígeno formando nuevos compuestos de forma silvestre como SiO<sub>3</sub> y SiO<sub>4</sub>, estos compuestos poseen cargas negativas que suelen atraer otros átomos formando compuestos más complejos (Fontana, 2016) pero continúan conservando la geometría simétrica de la molécula, este compuesto es muy común lo podemos encontrar en la arena; está suele ser cristalina y amorfa.

En la amatista hay iones hierro III (Fe<sup>3+</sup>) que se alojan en algunas partes de la estructura otorgándole su color característico morado; el hierro su configuración electrónica posee en el último nivel de energía en 3d<sup>6</sup>, esto indica que de los cinco orbitales solo uno posee con ambos ocupados, mientras que los otros cuatro sólo poseen un electrón:

Esto que posibilita que pueda entregar fácilmente 3 electrones o 2 electrones según corresponda y qué son de los orbitales más externos. Estos electrones del Hierro interactúan con el compuesto de silicio- oxígeno hibridado la estructura molecular del silicato y acomodando los electrones entrantes que por diferencia en la polaridad termina atrayendo al sistema completo; formando el color característico de esta piedra resultado del intercambio catiónico del hierro con el silicio.

#### 1.4.3.5.1 ¿Cuál es la relación entre la formación del enlace químico con las propiedades fisicoquímicas de las piedras preciosas? Alexandrita (alexandrite)

Figura 2. Alexandrite



Nota. Fuente tomada de <https://bit.ly/3CaNFml>

En este caso la Alexandrita nos permite abordar la formación de un óxido donde intervienen dos metales como el Aluminio y el Berilio, en este compuesto posibilita explicar los múltiples enlaces entre el oxígeno y los metales para formar óxidos básicos.

En la formación de óxidos, dependiendo del elemento que acompañe al oxígeno se pueden formar óxidos ácidos u óxidos básicos, siendo los óxidos básicos los que interaccionan formando enlaces con metales y los ácidos con no metálicos. Dependiendo de estos enlaces se puede generar hibridación en los orbitales de manera diferenciada dependiendo de la electronegatividad de los sistemas atómicos interactuantes, su familia química y sus propiedades,

Teniendo en cuenta que las piedras preciosas se forman en un ambiente único y en condiciones muy particulares dadas espontáneamente en la naturaleza como resultado de procesos meteorológicos, y físicos que acontecen en la corteza terrestre, por lo cual analizar su composición química nos permite especular cómo se comportan los enlaces y las características físicas de los minerales en los óxidos básicos que se forman estas condiciones y poder replicarlo.

#### 1.4.4 Propiedades físicas de las piedras en relación a su composición química (Materiales vs minerales)

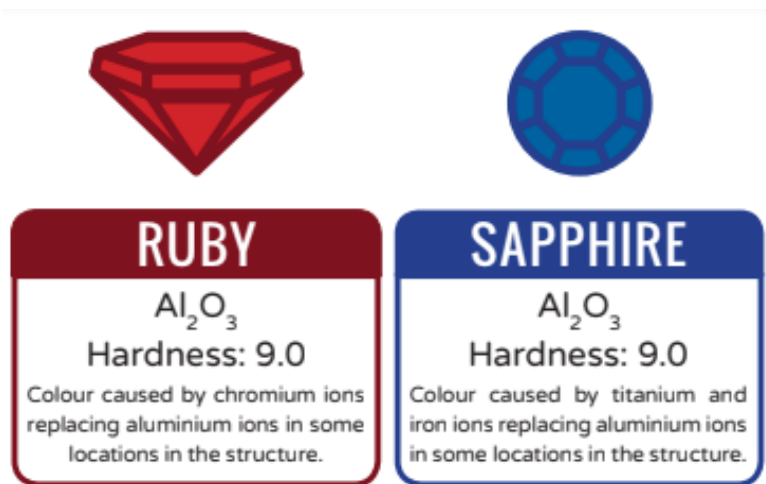
En las propiedades las piedras preciosas están los estados de agregación de la materia según (González, J.; SF) “En la Naturaleza de esta se nos presenta, a simple vista, en diferentes estados de agregación o compactación de sus partes; y

fundamentalmente son tres los estados: sólidos, líquidos y gases” es por esto que al referirse a piedras preciosas, estamos hablando de la composición química de estas, pero que a su vez son una mezcla de materiales, no son sustancias puras, y su estado de agregación usualmente es en forma de cristales, y sus propiedades son físicas que dependen de su composición y que esta puede variar dependiendo de su entorno.

**Color:** Esta característica física depende de la pureza y las condiciones a las cuales fue expuesta la piedra preciosa durante su formación y las incrustaciones que se forman tanto por parte de agentes externos: presión, temperatura, y lixiviados de minerales involucrados como resultado de procesos hídricos y de movimientos en la corteza terrestre. Según la composición de los materiales y de los cristales que se producen allí, estos pueden difractar el color dependiendo el ángulo; según (Flores et al., 1995) el color químico tiene que ver como la luz interactúa con los enlaces de la molécula, sustancia o compuesto generan un cambio en el ángulo de incidencia de la luz y según la frecuencia de onda podemos percibir el color.

#### 1.4.4.1 Rubí (Ruby) y zafiro (Sapphire) ¿Qué hace diferente su color, si su composición química es igual?

Figura 3. Ruby & Sapphire



Nota. Fuente tomada de <https://bit.ly/3CaNFmI>

Tanto en el zafiro como en el rubí poseen Oxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ) en la misma composición química ¿por qué pueden evidenciar un color diferente?, ¿Qué condiciones hacen que la luz sea reflejada en otra frecuencia de onda en relación con la composición y la naturaleza atómica del enlace? ¿Qué tiene que ver la geometría de la molécula para que se hagan los reemplazos de iones dentro de la estructura atómica? Estas preguntas posibilitan la interacción de los óxidos con los iones que intervienen en la formación de las piedras preciosas.

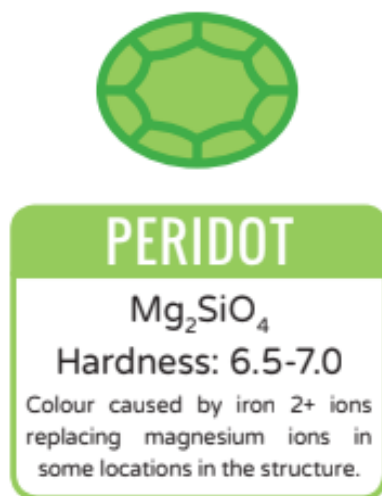
Es posible encontrar piedras preciosas como el zafiro y el rubí con la misma composición química pero su formación depende propiamente de las particularidades del medio, es decir, los lixiviados que se forman de la roca sedimentaria e ígnea pueden quedar en pequeños yacimientos donde la naturaleza química juega un papel fundamental, haciendo intercambio iónico (+2,+3,+6) del cromo que compite con el aluminio (+3) y el titanio (+4,+3), donde la estabilidad molecular depende de la abundancia de estos en el lixiviado, el tiempo, la temperatura y la presión donde se forman estas piedras preciosas.

En el caso de Zafiro ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) El titanio reemplaza directamente por tener la misma valencia y posibilidad de oxidación, pero requiere de mayor energía por lo que la presión posibilita su creación, mientras que con el rubí es el cromo que reemplaza el aluminio pero al tener Al +3, en dos proporciones en la molécula puede interactuar el cromo con +6, o +3 formando compuestos más estables pero que por su peso atómico requieren mayor energía para formarse naturalmente en comparación con el aluminio.

En otras condiciones se podría reemplazar al aluminio con otros elementos como el níquel, cobalto, escandio, itrio, indio, rutenio ya que comparten su electronegatividad y características electroquímicas similares, posibilitando la formación de otros compuestos que proyectarán en otras características en las piedras preciosas y los óxidos básicos.

#### **1.4.5 Características fisicoquímicas de los minerales presentes en las piedras preciosas**

**Figura 4. Peridota**



Nota. Fuente tomada de <https://bit.ly/3CaNFmI>

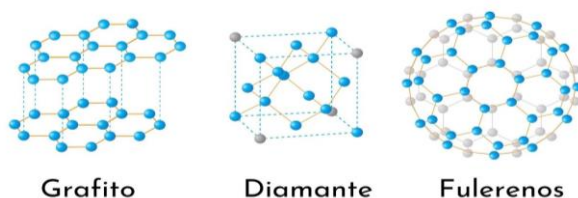
### 1.4.5.1 Peridota (peridot)

En la peridota podemos ver como el silicato ( $\text{SiO}_n$ ) se comporta como un compuesto polar negativo, que intercambia el catión de magnesio por iones de hierro  $2+$  donde ambos cationes poseen la misma electronegatividad, dicho intercambio genera el cambio de color y a su vez un cambio en la geometría de la molécula en la estructura en esta piedra preciosa y a su vez se nota un cambio en la dureza en relación a la amatista y la Alexandria siendo esta menos dura que estas.

**Dureza:** Es la propiedad que poseen las piedras para rayarse entre sí (Errandonea, 2009), es decir, el punto de partida lo otorga el diamante, se da entre la relación de su propia dureza y es una propiedad que depende directamente de la fuerza que poseen los enlaces, en relación al momento dipolar que poseen las moléculas; la interacción de los átomos de oxígeno con los metales forma compuestos simétricos y asimétricos con enlaces de variables distancias lo que permite la interacción de rayado entre ellos.

Se hace referencia a las *formas alotrópicas del carbono*, debido a que la dureza es una escala que se basa en el extremo más alto (puro y geométrico del carbono) en el diamante y en el más bajo en el talco para catalogar los materiales; en las piedras preciosas no se poseen sustancias químicas puras sino una serie de sustancias complejas amalgamadas en materiales en su mayor proporción se conserva su composición y es posible identificar un compuesto puro en estas los óxidos básicos inorgánicos. A continuación, podemos ver como lo plantea (Errandonea, 2009) las formas geométricas que estructuran los átomos de carbono y que tienen que ver con la dureza del mismo y se replican en otro tipo de compuestos.

**Figura 5. Alótropos del carbono**



Nota. Fuente tomada de <https://bit.ly/3QR2Bdg>

En estas estructuras los enlaces entre los carbonos se organizan de formas moleculares geométricas diferentes y conjuntamente con la pureza, se acomodan los átomos de carbono permitiendo que los enlaces covalentes sean muy estables lo que hace que sean más fuertes, dando como resultado la dureza, a su vez el brillo, el color, y la densidad son el resultado de la interacción de estos átomos de carbono. Es por esto que podemos ver el diamante y el grafito según (Errandonea, 2009), aunque ambos tienen la composición química, su estructura geométrica molecular

varía, el grafito son capas planas, el fluoreno es de forma esférica y el diamante tiene una configuración de una red tetraédrica con todos los átomos de carbono unidos lo que la hace cristalina y sus propiedades características.

**Tabla 1. Propiedades**

Propiedades	Grafito	Diamante	Fulereo	Grafeno
Estructura	Hexagonal laminar	Cristales cúbicos	Esferas Hexagono-pentágono	monocapa atómica
Color	Negro	Transparente (sin color)	Negro	Negro
Dureza	Blando	Muy duro	Suave	-----
Conductividad Eléctrica	Conductor	No conductor	Conductor	Conductor
Densidad (g/m <sup>3</sup> )	2.25	3.52	1.72	Alta
Lubricidad	Sí	----	----	Sí

*Nota.* Fuente: tomada de (Alquisira Palacios, 2019, p. 16)

**Hábito y Forma:** Son las figuras geométricas o formas que pueden generar por cúmulos de minerales que dependen de la configuración molecular interna y de las fuerzas de cohesión que estructuran la organización de los cristales y minerales involucrados como lo plantean (Swope y Gieré, 2004); es la característica física depende de las caras de los cristales, y las formas, esto es consecuencia de la polaridad de la molécula al formarse y su acomodación por las condiciones externas en las que se organizan desde múltiples posibilidades ya sean laminar, radial, tabular, acicular, estalactítico entre otros.

#### **1.4.6 La dureza, y el color presente en el Ópalo (Opal)**

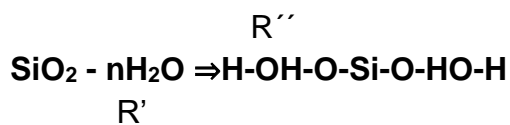
La composición química del ópalo permite identificar que no solo la composición de esta piedra, sino también cómo se acomodan las moléculas, alojando moléculas de agua en la organización inter-molecular lo que genera su particular color cambiante, es decir, el ópalo posee moléculas de agua atrapadas entre los silicatos lo que genera que la luz entrante se difracta en distintas frecuencias de onda y por ende son perceptibles distintos colores al mismo tiempo, manteniendo su característica lechosa y traslúcida.

Figura 6. Opal



Nota. Fuente tomada de <https://bit.ly/3CaNFml>

Al tomar la composición química presente en el ópalo se aprecia cómo se organizan las moléculas de agua entre los espacios del silicato.



#### 1.4.7 La Perla (pearl) su composición un óxido básico

Continuando con la perla debido a su composición química que posibilita complementar y aplicar los conocimientos de formación de óxidos básicos en otro compuesto y ver como interactúa con elementos como el calcio y el carbono.

**Figura 7. Pearl**



Nota. Fuente tomada de <https://bit.ly/3CaNFml>

La perla no es una roca, pero es una formación mineral derivada grado de arena que la ostra comienza a cubrir lentamente de calcio para evitar que dañe sus tejidos, su composición es carbonato de calcio y su estructura molecular contiene Calcio(metal) interactuando con el carbono y el oxígeno generando intercambio electrónico forma enlaces más estables. Se conforma inicialmente un enlace donde los oxígenos rodean el carbono y esta molécula atrae al calcio debido a que está cargada negativamente ejerciendo una fuerza donde los polos opuestos se unen estabilizando la molécula.

### **1.5 Estructura didáctica para la enseñanza del enlace químico mediante estructura de Lewis en la familia de los óxidos básicos a partir de *Piedras Preciosas***

La estructura didáctica consta de introducción que involucrar al estudiante en las situaciones cercanas, para el aprendizaje partiendo de la importancia de las piedras preciosas; también se presentan conceptos propios de la geología que hacen parte de la precisión para desarrollar la guía didáctica, a su vez se muestra la guía general didáctica desarrollada por clases y los instrumento a desarrollar en la propuesta.

#### **1.5.1 Introducción: Importancia de las rocas y piedras preciosas**

En la historia de la humanidad se ha construido una serie de relaciones con las rocas, interactuando con ellas desde la construcción, ornamentación y generando vínculos tan estrechos que simbolismos varios en la cultura, por esto adquieren gran valor económico y social, movilizandolas dinámicas del ser humano y estableciendo una serie contextos donde son indispensables, y sus características son las que otorgan su valor.

Son accesibles; y en su composición química encontramos que la mayoría poseen óxidos o silicatos, lo que posibilita explicar a través del modelo de la estructura de Lewis y la hibridación de orbitales; el enlace de los sistemas atómicos en la familia de óxidos básicos inorgánicos presentes en su composición.

### **1.5.2 Términos propios de geología y de la mineralogía**

A continuación, se describen los conceptos básicos según el Diccionario de geología y mineralogía (Ediciones Rioduero, 1979) que permiten puntualización conceptual y definiciones claras para el desarrollo de la propuesta didáctica.

*Piedra preciosa:* Son fragmentos de roca de origen mineral o vegetal que son considerados valiosos; que son usados para la joyería y de adorno; con cualidades físicas (color, brillo y dureza) estimadas en un costo económico alto debido a sus características llamativas o extraordinarias.

*Roca:* Material solidificado de la corteza terrestre formado por asociaciones de minerales cristalinos, pueden poseer distinto origen ígneo, metamórfico o sedimentario.

*Piedra:* Es un fragmento de roca o material rocoso.

*Gema:* Término referido a piedras preciosas; también se usa como sinónimo.

*Cristal:* Material sólido macroscópico de materia químicamente homogénea cuya composición química está bajo la influencia de sus fuerzas interatómicas o intermoleculares lo que lo lleva a generar caras formando poliedros regulares.

### **1.5.3 Guía de enseñanza de las piedras preciosas; desarrollo general de la estrategia didáctica**

En este apartado se encuentra el desarrollo general de la propuesta didáctica con los objetivos de enseñanza propuestos, la modalidad que esta optara y que tipo de método presenta; luego cómo esta propuesta se desarrolla clase a clase con planeación puntual, y los instrumentos aplicados en la parte práctica y el desarrollo en el aula de clase, el laboratorio o la salida de campo.

**Objetivo General:** Proponer una guía didáctica enfocada en las piedras preciosas como estrategia para la enseñanza del enlace químico y la estructura molecular en familias de óxidos inorgánicos.

La propuesta se presenta bajo la Modalidad de manera presencial con salida de campo, visita al laboratorio y desarrollo en el aula de clase y construcción de aprendizaje vivencia. Bajo el método experiencial, apoyado de exposición magistral

propositiva, participativa y colaborativa; con una intensidad horaria propuesta (9 clases; 8 horas) con 3 clases por semana, con clases de 50 min.

### **1.5.3.1 Planeación Clase # 1: introducción al tema**

Para clase se propone una “Lluvia de ideas” (ver anexo 1 instrumento 1, pág. 3): donde se busca rastrear ¿qué saben de rocas y piedras? (conocimientos previos). Y se hace la explicación del origen de las rocas y piedras *En la corteza terrestre se generan procesos y fenómenos físicos, químicos o de origen biológico que sufren los recursos naturales involucrados cambios a través del tiempo y las condiciones de temperatura, presión y procesos hídricos en la atmosfera que dan origen a la formación de rocas.*

Y se clasifican las rocas según el origen metamórficas, ígneas y sedimentarias, a partir de allí se propone un conversatorio ¿de qué son las piedras y cómo se forman?; narrando una breve historia del batolito antioqueño y de las características de su formación, se finaliza la clase puntualizando sobre la composición de las rocas y los minerales a partir de un mapa conceptual, se amplía la información conceptual y se presenta el siguiente esquema del ciclo de las rocas.

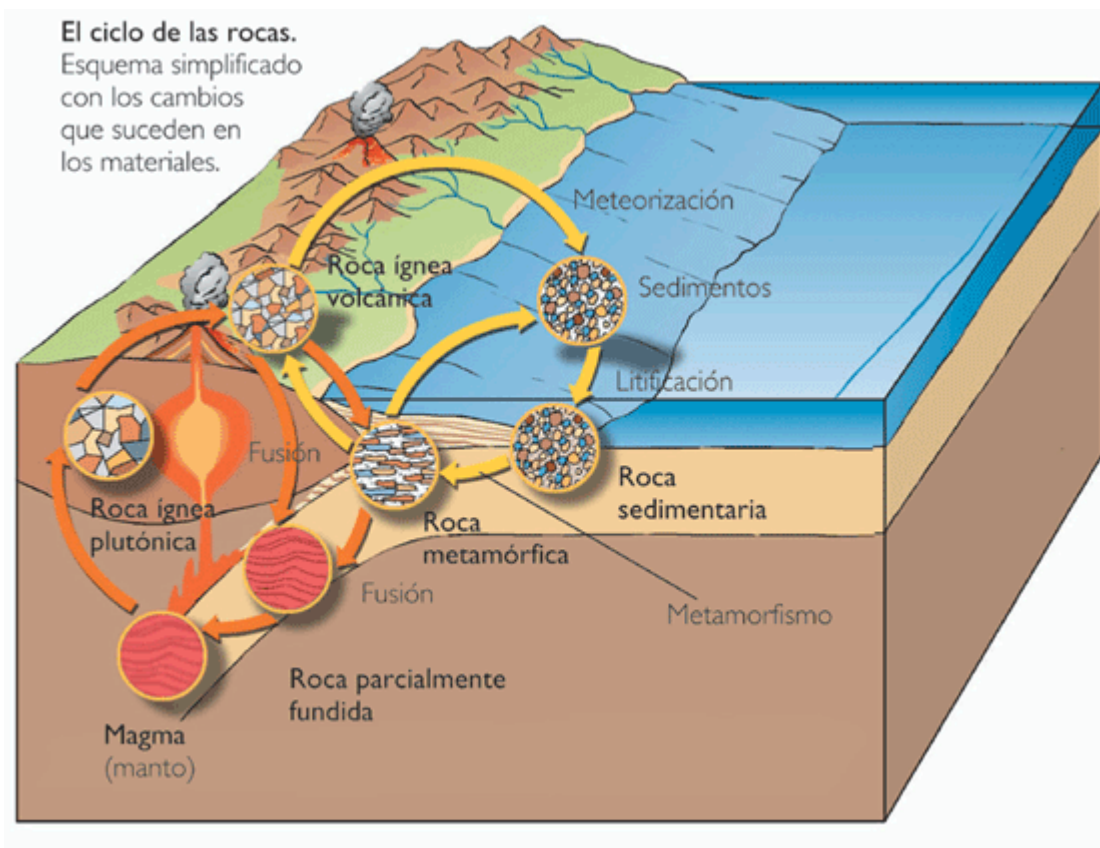
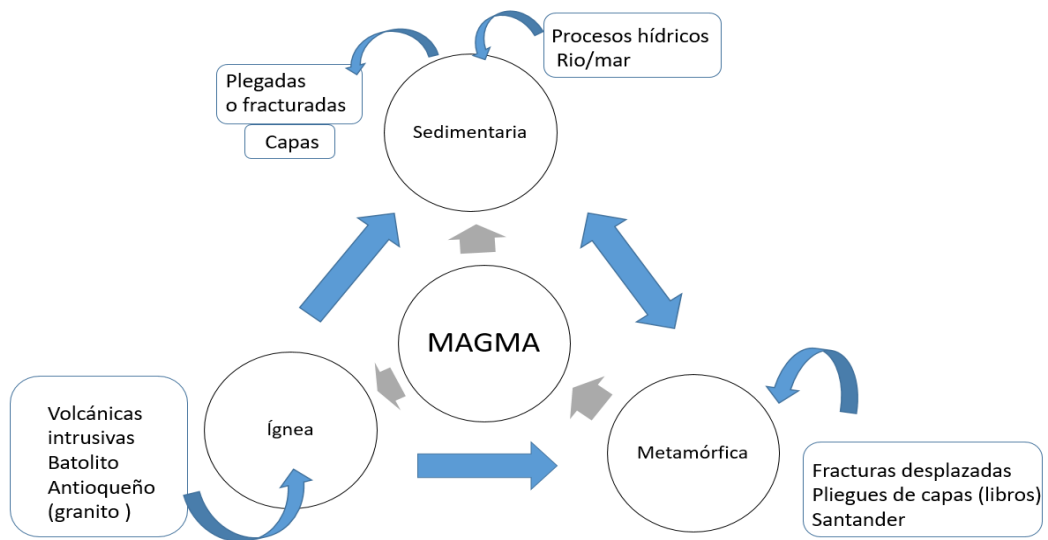
**Insumos de clase 1: formación y origen de las rocas preciosas:** Las rocas según su origen pueden clasificarse de diferentes maneras, ya sean ígneas, metamórficas y sedimentarias (Rioduero,1979) debido a las características del manto terrestre y las interacciones entre las capas tectónicas, además de factores como la presión y temperatura que influyen en las estructuras químicas generando diferentes clasificaciones.

*Las rocas de origen ígneo formadas en el núcleo de la tierra:* Este tipo de clasificación responde a la interacción del magma con la temperatura, generando las rocas intrusivas, las que se dan a partir de la cristalización del magma fundido o plutónicas que se dan a partir del enfriamiento lento del magma. Estas se pueden encontrar fácilmente cerca a los volcanes o fallas geológicas, en las inmediaciones de cordilleras y montañas.

*Las rocas de origen Metamórfico:* Son aquellas formaciones rocosas que están expuestas a presión y temperatura al interior de la corteza terrestre sufriendo una transformación químico- mecánica en su estructura y composición. Estas se encuentran fácilmente en zonas de convergencias de capas tectónicas expuestas y fallas geológicas.

*Las rocas de origen Sedimentario:* Son las formaciones de rocas que se dan en la superficie de la corteza terrestre en relación con los procesos geológicos relacionados con procesos hídricos, vientos o movimientos de aire, sedimentos depositados a lo largo del tiempo en las fuentes de agua ya sean mares o ríos.

**Figura 8. Rocas de origen y ciclo**



Nota. Imagen superior construcción propia del autor.

Imagen inferior tomada de <https://bit.ly/3JYrBgy>

*Parte final o cierre:* Se plantea la siguiente pregunta y se abre la discusión para socializar en el grupo ¿según lo visto que rocas encontraríamos en el territorio cercano al colegio? Discusión y conversatorio.

### **1.5.3.2 Planeación Clase # 2: salida de campo a la quebrada “la saladita”**

En esta clase se propone desarrollar la situación 1; con objetivo de recolectar muestras y tomar de registro de la salida de campo en la quebrada la saladita; buscando resolver la pregunta orientadora: ¿Qué particularidades observadas en las piedras en relación al contexto con su composición?

Para esta clase se inicia con la entrega de la guía 1 (*ver anexo 1 instrumento 1*) y se forman los grupos de a tres estudiantes, para dirigirse a la quebrada en compañía del maestro a recolectar las muestras, rotularlas y tomar las anotaciones necesarias; para el cierre se rotulan y guardan las piedras para la posterior utilización; y se termina de llenar la guía en el salón de clase con las preguntas suscitadas. (construcción de preguntas/tarea 1).

### **1.5.3.3 Planeación Clase # 3: protocolo de observación**

En esta clase se propone la discusión entre los grupos de trabajo de manera interna socializando lo encontrado en la salida de campo con el objetivo de consignar en el formato (Ver anexo instrumento 1); las características de las piedras colectadas y elaboración de preguntas en el protocolo de observación. Luego de esto se hace la socialización de consulta de preguntas que quedaron de la clase anterior; y los equipos consignan las observaciones a partir del consenso en el protocolo de observación, y dibujar a mano las piedras en una de las casillas (ver anexo instrumento 1. Pág-2) además de la construcción de dudas colectivas: para finalizar socializan las preguntas construidas en la clase y la discusión con base a las mismas.

### **1.5.3.4 Planeación de la Clase # 4: visita al Laboratorio**

Durante esta clase se inicia la situación en el laboratorio por medio del instrumento 3.1 (ver anexo 4) donde se plantean los pasos para aplicar la observación de las muestras usando el estereoscopio apoyados en las preguntas problematizadoras: ¿Las propiedades fisicoquímicas de la materia están relacionadas con la dureza? ¿Qué pasa con los estados de agregación de la materia por ejemplo en los talcos? ¿qué pasa con la arena?,

Con el objetivo de visualizar con mayor detalle las características de muestras con el estereoscopio y apoyados en la guía de laboratorio, usando la escala de Mohs y material audiovisual de contraste. Se inicia con la presentación el video: *¿Cómo se ven los minerales bajo el microscopio? #1 - Foro de minerales* (Foro de Minerales Colección, 2018) y se les explica el procedimiento de la guía brevemente y la escala de Mohs.

A partir de la explicación del maestro de las características físicas de las piedras: según (lustro, brillo, dureza, color, habito, forma ETC); Durante el desarrollo de la

práctica se propone desarrollar el protocolo de observación (instrumento 2.0) y se finaliza con la construcción de preguntas sobre los estados de agregación de la materia: ¿cómo se relaciona con la composición los estados de agregación? ¿Qué composición puede tener una roca? ¿Qué tiene esto que ver con el material (física) y la composición (química), con la dureza? Para abordar en la clase conceptual.

#### **1.5.3.5 Planeación Clase # 5: construcción conceptual**

En esta clase se desarrolla la situación 3 partiendo de las siguientes Preguntas problematizadoras: ¿Qué composición puede tener? ¿Qué tiene esto que ver con el material (física) y la composición, con la dureza? Estas son propuestas para pensarlas luego del laboratorio; se propone como objetivo desarrollar las bases conceptuales del enlace químico en los óxidos básicos; a partir de preguntas: ¿Qué es la oxidación?, ¿Cómo se relacionan las piedras preciosas con los óxidos?, ¿El color es una característica física de este óxido? ¿Qué preguntas surgen en relación a los óxidos y las piedras preciosas?

Se da inicio con la pregunta ¿Qué es una relación? Refrescando la memoria del enlace químico (concepto), continuando la explicación en relación a la formación y composición del diamante, apoyado en estructura de Lewis y La hibridación de orbitales en los óxidos. Para finalizar se parte ejemplo de formación de óxidos y su representación desde Lewis; se propone la Consulta ¿Cuáles son los estados alotrópicos del carbono?, y se propone la construcción de preguntas en relación a los óxidos.

#### **1.5.3.6 Planeación Clase #6: continuación construcción conceptual**

En esta clase se continua con la situación 3 y se desarrolla la explicación basada en los referentes conceptuales 1.5.2 del marco conceptual disciplinar con el cuyo objetivo es construir las bases conceptuales del enlace químico en la familia de los óxidos básicos en relación con las propiedades fisicoquímicas de las piedras preciosas.

De lo anterior se propone retomar la construcción una lluvia de ideas y explicación sobre las propiedades macro de las sustancias químicas y los materiales, las propiedades físicas de los materiales y la composición química de las piedras preciosas; y se da el cierre con la elaboración de preguntas relacionadas con las propiedades físicas de los minerales según su composición y consultar ¿qué tiene que ver el color con las formaciones de minerales?

#### **1.5.3.7 Planeación Clase #7: construcción teórica de piedras preciosas**

En esta clase se pretende construir óxidos básicos inorgánicos similares a los presentes en la composición de las piedras preciosas (en la situación 4) guiado por el instrumento 3.0 (ver anexos) y apoyado en la tabla periódica, haciendo intercambio

de cationes o de elementos que conserven las características iónicas de la molécula y la carga neta.

Partiendo del intercambio de electrones que se forman en el enlace, y aplicando el modelo de estructura de Lewis que representa el intercambio de electrones en el enlace químico, este ejercicio se basa en la especulación de un compuesto tipo óxido básico en una piedra preciosa que parte de la imaginación del estudiante.

Durante esta clase se desarrolla el Instrumento 3.0 (ver anexos) guía de elaboración de la piedra preciosa teórica, partiendo de la pregunta problematizadora: ¿Cómo podemos reemplazar los metales en un compuesto químico que conserve las propiedades pero que varíen las características físicas (color y dureza)? Basándose en el Poster “Chemical composition of gemstones” (ver anexos herramientas pedagógicas 2), guiado la tabla periódica y la guía de mineralogía.

Se da inicio con la entrega de la guía de elaboración (instrumento 3.0) para construir individual y colaborativa. Se cierra *con la* Socialización de piedra preciosa, descripción y justificación con los argumentos de cómo se enlaza y sus características químicas como se expresan de manera macro (dureza, geometría).

#### **1.5.3.8 Planeación Clase #8: laboratorio crecimiento de cristales de sulfato de cobre**

En esta práctica de laboratorio (situación 4) se usa el sulfato de cobre como compuesto que simula la formación de cristales similar a como sucede en la naturaleza, por lo cual replicarlo bajo condiciones controladas de temperatura y concentración permite llevar al estudiante a comprender las formas de agregación de los compuestos para formarse los cristales y como su naturaleza depende de la concentración, el tiempo y la temperatura.

Se da inicio con la pregunta problematizadora: ¿Cómo podemos construir piedras preciosas en el laboratorio, qué factores podemos tener en cuenta? y se le les entrega la guía del laboratorio instrumento 3.1 (ver anexos) con el *objetivo* de evidenciar la formación de cristales a partir de una solución saturada de sulfato de cobre con un cristal como punto de nucleación y mediante una breve explicación de la Guía crecimiento de cristales.

Para cerrar se prosigue al procedimiento paso a paso y se busca que construyan conclusiones iniciales, y a partir las preguntas propuestas desarrollar la práctica. Para finalizar la experiencia se recolecta información tres días mínimo después del procedimiento para ver el resultado final de la práctica y tomar las observaciones, se por medio digital se les posibilita la guía para desarrollar el informe de laboratorio instrumento 4.0 (ver anexos).

### **1.5.3.9 Planeación clase # 9: discusión y conversatorio, precisiones conceptuales**

En esta clase (situación 4) se pretende construir el infograma y la conversación sobre los aprendizajes en relación a las piedras preciosas, el objetivo es responder las preguntas iniciales y plantear preguntas que permitan la profundización.

Se parte de la pregunta: ¿cómo se relaciona la composición química de las piedras preciosas con las características físicas de estas? y ¿cómo se relacionan con las preguntas planteadas? La socialización aprendizajes datos y a partir de esto construir un infograma instrumento 5 (ver anexos) con la piedra creada partiendo del proceso vivencial a partir de la propuesta de las piedras preciosas, y la relación del enlace químico los óxidos básicos. posteriormente se hace la socialización de algunos infograma y sus aprendizajes.

## 1.6 Marco Legal.

**Tabla 2. Normograma**

INSTANCIA	ARTÍCULO- NORMA	INTERPRETACIÓN
<p><b>Constitución política Colombia (1990)</b></p>	<p><b>Artículo 67.</b> La educación es un derecho de la persona y un servicio público, que tiene una función social, con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia y a los demás bienes y saberes de la cultura.</p> <p><b>Artículo.70</b> El estado tiene el deber de promover y fomentar el acceso la cultura de todos los colombianos en igualdad de oportunidades por medio de la educación y la enseñanza científica, técnica y artística y profesional en todas las etapas en el proceso de creación de la identidad nacional</p> <p><b>Artículo. 79</b> debe el estado proteger la diversidad e integridad del medio, conservar las áreas de importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.</p>	<p>La constitución de Colombia en estos artículos (67,70,79) muestra la educación en ciencias como un derecho propio tienen los ciudadanos sin importar la población o territorio en el que se encuentre o por alejado que esté, tiene el derecho de acceder a esta y con calidad y que se adapte a las condiciones propias actuales. El estado está en la obligación de brindar esta de forma gratuita buscando la protección del medio ambiente, contribuyendo a la sociedad y aportando a construir una cultura nacional.</p>
<p><b>Ley general de educación (1994)</b></p>	<p><b>Artículo 23.</b> Para el logro de los objetivos de la educación básica se establecerán áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento y la formación que necesariamente tendrán que ofrecer de acuerdo con el currículo y al proyecto educativo nacional</p> <p>*los grupos de áreas fundamentales y obligatorias que comprenderán un mínimo del 80% del plan de estudio, son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-ciencias naturales y educación ambiental</li> <li>- ciencias sociales, historia, geografía, política y democracia</li> </ul>	<p>En la ley general de educación se plantea la necesidad de hacer obligatorias las áreas de ciencias naturales y ciencias sociales con una distribución horaria que garantice un porcentaje superior a otras áreas del currículo puesto que son fundamentales para la construcción del conocimiento y específicamente en el área de química.</p>
<p><b>Lineamientos curriculares de ciencias naturales (1998)</b></p>	<p>Constituyen puntos de apoyo y orientación general frente a los criterios, planes de estudio, programas, metodologías, procesos concernientes al área de ciencias naturales y educación ambiental que constituyen la formación de estudiantes de identidad cultural nacional.</p> <p>Se debe formar a los niños, jóvenes y futuros ciudadanos contribuyan al desarrollo humano y sostenible que responda a las necesidades culturales.</p>	<p>El área de química aparece en el plan de estudio desde los lineamientos curriculares del área de ciencias naturales donde se busca formar ciudadanos que aporten a la identidad cultural nacional, al desarrollo humano desde la sostenibilidad y que aporte a resolver las necesidades culturales.</p>
<p><b>Estándares básicos del área de ciencias naturales</b></p>	<p>Son criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender los niños, niñas y jóvenes. establece un punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer en cada una de las áreas y los niveles. Son las referencias de todas las instituciones escolares urbanas o rurales, privadas u oficiales que permitan una educación estandarizada.</p>	<p>La educación en el área de ciencias naturales debe proveer unos estándares planteados por el estado colombiano, cuyos criterios el área de química responden a la capacidad de saber y saber hacer en los procesos de oxidorreducción, comprendiendo de manera tanto conceptual como experimental lo que sucede en estos fenómenos.</p>
<p><b>Fundamentos conceptuales del área de ciencias naturales</b></p>	<p>El presente documento contiene los principios técnicos y la estructura propuesta por la colegiatura de ciencias naturales, como base para el diseño y la elaboración de la pruebas SABER, así mismo, el documento se presenta</p>	<p>Los ciudadanos colombianos deben adquirir competencias en el área de ciencias naturales y educación ambiental donde aporten a la sociedad con un impacto desde la</p>

	coherente con algunos pensadores de la educación en ciencias quienes destacan la necesidad de una educación científica de calidad para futuros ciudadanos y ciudadanas puedan participar en la toma de decisiones de carácter social y particularmente en aquellas que puedan generar impacto en las sociedades de ciencia y tecnología (Lemke,2006). Reglamentaria las competencias a evaluar en las pruebas externas en el área de ciencias naturales y educación ambiental.	ciencia y la tecnología, participando y tomando decisiones que impacten de forma positiva en el territorio colombiano y su cultura, por lo que la enseñanza de la química debe incluir factores que involucren la ciencia la tecnología y la sociedad como lo es la enseñanza del proceso de oxidorreducción en contexto.
<b>Derechos básicos del aprendizaje</b>	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.	En relación a los DBA se plantea que el estudiante pueda comprender los procesos de interacción electrónica en la formación de compuestos orgánicos específicamente óxidos ácidos en el grado undécimo a partir de la mineralogía como situación de aprendizaje.

*Nota.* Elaboración propia apoyada de Alcaldía Municipal Municipal de Medellín. Secretaría de Educación (2014)

## 1.7 Marco Espacial o Local

La investigación se desarrolla en el Colegio Colombo Francés ubicado en el municipio de La Estrella, vereda la salada Carrera 60 #87 SUR 350 (long.73 37'17"-lat.609'25"N-Alt 1720 m.s.n.m), una institución privada que brinda la escolaridad de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media cuya población de estudiantes posee un estrato socioeconómico en el rango de (3,4,5), ubicado en la finca el embrujo en un ambiente campestre que cuenta con áreas verdes, estanque, quebrada, estación meteorológica y animales lo que conlleva a tener un enfoque ambiental y biocéntrico.

Cabe mencionar que el colegio fue creado en los años 70's por un grupo de familias que tenían sus hijos en el preescolar de la alianza francesa quienes buscaron educar a sus hijos con un ideal de una escuela distinta con una propuesta distinta a la enseñanza tradicional, ya que eran profes de la universidad nacional y de la universidad de Antioquia, entre ellos pensadores de la época como Leonardo Betancur y Alberto Vasco forman la propuesta pedagógica del colegio Colombo Francés.

El colegio con un corte alternativo y una metodología basada en el aprendizaje por proyectos de investigación escolar, con énfasis en el bilingüismo cultural, con enfoque en pedagogías críticas que busca la autonomía de sus estudiantes y la participación de los jóvenes tanto en la planeación como en el desarrollo de los espacios de formación, además con una evaluación propuesta por Orlando Mesa quien plantea el concepto de "base social" como parte de la evaluación cualitativa.

Es una institución educativa de carácter privado y laico, de vocación humanista y proyección sociocultural, orientado a la formación de seres humanos integrales mediante un currículo definido para el desarrollo de las potencialidades de sus estudiantes, con prácticas pedagógicas basadas en el pensamiento crítico, la multiculturalidad, el ambientalismo y la investigación escolar (apoyado en el PEI del Colegio Colombo Francés).

## Capítulo II

### 2. Diseño Metodológico

#### 2.1 Investigación Aplicada

Esta propuesta de investigación es de índole cualitativa con énfasis en la descripción-interpretación como lo nombra Aguirre y Jaramillo (2015) con un enfoque investigación acción debido a que al estar dirigida al ámbito educativo se analiza una problemática de enseñanza en un marco pedagógico; por lo que este enfoque nos brinda las herramientas necesarias para investigar un objeto de estudio de este contexto educativo, acercándose a la descripción del fenómeno, describiéndolo y a su vez se genera intervención del aula.

La investigación acción provee al maestro la posibilidad de interactuar con un problema de la enseñanza con la posibilidad de construir conocimiento didáctico e intervenir de manera directa en el aprendizaje, donde el investigador busca recolectar información que aporte a su práctica pedagógica, como lo plantean Fals Borda y Moncayo (2009) la relación entre “el pensar y ser”, “la formación y la reducción del conocimiento” son problemas básicos de la investigación desde el enfoque investigativo cualitativo facilita describir los procesos educativos que están relacionados con las prácticas pedagógicas interviniendo el proceso de aprendizaje al mismo tiempo que investiga en el aula.

La investigación acción en la educación provee los elementos de comprensión al estudiar procesos de enseñanza como lo plantea Elliot (2005) “en la medida en que lo que se entiende como "comprensión" frente a la "no comprensión" es un pensamiento que los profesores siguen aprendiendo cuando reflexionan sobre el modo de aprender de sus estudiantes” (p. 84) Desde esta premisa se plantea la posibilidad de entender más a fondo las prácticas educativas; desde la investigación acción que provee de herramientas para intervenir y estudiar al mismo tiempo como acontece el proceso de enseñanza aprendizaje en la práctica escolar.

En el caso concreto de la propuesta investigación en la enseñanza del área de química se genera en relación a la problemática evidenciada en los estudiantes ya que les cuesta comprender el lenguaje propio y la conceptualización de los procesos de óxido reducción debido a los niveles de abstracción de los mismos por lo cual se propone una estrategia mediante la mineralogía donde se busca el aprendizaje de óxidos básicos inorgánicos a través de las piedras preciosas, apoyado en la teoría de campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) que nos ofrece un marco teórico para la enseñanza de las ciencias exactas buscando .

La metodología busca la conceptualización en el área de química en los fenómenos de óxido reducción a través de una propuesta de enseñanza apoyada en una serie de situaciones, tareas y conceptos, enmarcada en la mineralogía, y las piedras

preciosas por medio experiencias escolares obteniendo datos que permiten tener claridades sobre el proceso de enseñanza aprendizaje analizando los datos, comparándolos y llegando a conclusiones que aporten a la construcción conceptual sobre la oxidación-reducción se busca la construcción de conocimientos pedagógicos mientras se interviene en el aula .

## **2.2 Enfoque**

Es por tanto que La intervención por medio de investigación acción en el aula, a partir de estrategias para la enseñanza de conceptos básicos del área de química como la oxidación-reducción en torno a la mineralogía y las piedras preciosas partiendo de los referentes teóricos, a su vez cotejando los resultados de las prácticas desarrolladas en los espacios de formación, previamente direccionados con objetivos de aprendizaje, enfocados en la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud (1990, 2009) busca llegar a avances conceptuales en el área de la química, mientras se plantean estrategias para el aprendizaje que se apoya en una teoría de la pedagogía para el desarrollo psico- cognitivista.

## **2.3 Método**

### **2.3.1 Fase 1 diagnóstico**

En esta fase se selecciona el problema y se selecciona la pregunta en relación de la enseñanza; en esta caso en la comprensión del lenguaje específico involucrados en los procesos de oxidación-reducción de óxidos básicos orgánicos a través de las piedras preciosas, buscando estrategias que construyan el aprendizaje de los conceptos allí contenidos, para esto se desarrollaran los objetivos en relación con una propuesta de enseñanza de investigación enmarcada en la mineralogía para construir las bases conceptuales a través de situaciones y tareas a la luz de los campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009).

En la búsqueda de antecedentes hasta el momento no existen investigaciones que toquen directamente el problema de investigación; la más cerca en español está referida a la enseñanza de alcoholes en la química una Tesis de la Universidad Nacional de Walter Iván Reyes 2012; En Francés se encuentra la investigación *Les minéraux et les roches* (Togola, 2013) y en inglés *The American Mineralogist crystal structure database* (Downs y Hall-Wallace, 2003) que hablan desde la estructura química de las rocas pero no abordan problemas de la enseñanza de la química.

Teniendo en cuenta esta búsqueda se plantea el problema de enseñanza en el área de química y los objetivos que se abordarán en la investigación, se desarrolla un rastreo de información en el área de mineralogía para el aprovechamiento de este campo conceptual para la construcción de la propuesta de enseñanza de óxidos básicos a través de piedras preciosas, apoyada en la teoría de campos conceptuales; ya que brinda un marco para una generar una propuesta para la enseñanza.

### **2.3.2 Fase 2 Elaboración del plan de acción**

En esta fase se desarrollarán los siguientes marcos que apoyaran la investigación en la enseñanza de óxidos básicos a través de piedras preciosas; que brindan de las herramientas metodológicas. marcos, actividades tareas y situaciones que proveen de la información necesaria para proporcionar los escenarios de enseñanza que posibiliten la construcción de aprendizajes del área de química enmarcados en la teoría de campos conceptuales, y acordes a la normatividad vigente, apoyado en un marco locativo que provee el contexto real para aplicar la propuesta de enseñanza.

#### **2.3.2.1 Marco teórico**

En este marco se desarrollan los principios de la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) donde se expresa la importancia de los esquemas, las situaciones y los esquemas para la enseñanza de las ciencias exactas que a su vez apoyan las actividades que hacen parte de la estrategia didáctica para la enseñanza de óxidos básicos a través de las piedras preciosas, donde se plantea un situación macro, y tres situaciones concretas que buscan resolver tareas y preguntas para acercarse a la construcción conceptual. Además, se hará una visita previa de reconocimiento al lugar donde se desarrollará la salida de campo y las posibilidades reales del uso del laboratorio.

#### **2.3.2.2 Marco conceptual**

Este marco nos provee de las herramientas conceptuales sobre la importancia de la enseñanza de la química y los óxidos básicos tanto a nivel internacional como local, buscando generar un vínculo entre el conocimiento y el estudiante a través de situaciones cercanas para la construcción del conocimiento científico situado y experiencial. Es un panorama en contexto de la enseñanza de la química a partir de la importancia de esta en la sociedad y en la construcción de habilidades y competencias para enfrentarse al mundo globalizado; se plantea la necesidad de llevar el currículo del área de química contextos más cercanos para los estudiantes y su importancia en el desarrollo de capacidades cognitivas.

#### **2.3.2.3 Marco normativo**

Se presenta en forma de normograma las normas decretos, leyes y resoluciones sobre la educación, la enseñanza de las ciencias naturales como lo son la constitución política, los estándares curriculares, los derechos básicos del aprendizaje en el territorio colombiano, a su vez en el departamento de Antioquia y en el área metropolitana.

#### **2.3.2.4 Marco espacial**

En este apartado se presenta las condiciones generales del colegio colombo francés como su ubicación geográfica, las características básicas de su metodología pedagógica, y particularidades propias de esta institución privada.

#### **2.3.2.5 Marco metodológico**

En este marco se define el tipo de metodología a usar, el enroque el cual se enmarca la propuesta, además se proponen las actividades, cronograma, instrumentos de recolección de información, de análisis y sistematización de la propuesta de enseñanza, se organiza la estructura, se caracteriza la población, y se propone el impacto de esta, su evaluación de la mano de la reflexión resultante para el análisis y modificaciones necesarias.

#### **2.3.3 Fase de diseño**

En esta fase se plantea la creación de situaciones y tareas a desarrollar en el propuesta de investigación; allí se desarrollara un marco general conceptual previo en relación a la formación de enlaces y las características electrónicas del mismo, para proveer una serie de situaciones y tareas, donde la situación inicial se desarrolla a partir de una salida de campo, consecuentemente las otras que desde una experiencia en el laboratorio, el conversatorio se pretende a partir de situaciones concretas resolver preguntas , resolver tareas que permitan la construcción de conceptos en relación a las piedras preciosas y la oxido-reducción con instrumentos como cuadros de doble entrada, infografía, lista de palabras claves entre otros que consolidan los aprendizajes de forma organizada.

Además, se desarrolla la construcción instrumentos como los protocolos de observación; las mallas de recolección de información; y guías de laboratorio, rúbrica evaluativa, que serán aplicados en las distintas situaciones, tareas planteadas en torno a la mineralogía y las piedras preciosas para la enseñanza de los óxidos básicos y los procesos químicos de óxido-reducción.

##### **2.3.3.1 Fase 3 aplicación de experiencia**

En la primera situación se recolectan materiales geológicos para el análisis del material encontrado en una salida de campo, más adelante en la situación dos se hace una búsqueda más profunda a través de instrumentos de observación comparando lo encontrado con un material audiovisual que permita acercarse a composiciones químicas de diferentes piedras preciosas. Se desarrollará un marco teórico referencial desde la química orgánica en el tema de óxido reducción que permita a través de un documento tener a la mano los conceptos necesarios (electronegatividad, distribución electrónica, valencia, número de oxidación,

estructura de Lewis y ley del octeto) para desarrollar la actividad final y llegar a la conceptualización a partir de un infograma y un cuadro comparativo.

#### **2.3.3.2 Fase 4 evaluación de la propuesta**

Se mide el impacto de las estrategias de enseñanza de los óxidos básicos mediante las piedras preciosas a través de los instrumentos que se desarrollan en cada situación resolviendo tareas a la luz de la teoría de los campos conceptuales, a través del enfoque cualitativo interpretativo apoyado en las herramienta la rúbrica de evaluación; el cuadro comparativo análisis de datos, cuadro comparativo y la triangulación dela información para construir los resultados de la propuesta de enseñanza para aplicar las modificaciones y correcciones necesarias.

Se plantean adecuaciones a partir del método de estudios explicativos como lo proponen Hernández Sampieri et al. (2014) se pretende establecer causas de los sucesos o de los fenómenos que se estudian donde se evaluará y modificará acorde a la teoría de campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) que posibiliten avanzar en la enseñanza del concepto de óxido-reducción y la formación de óxidos básicos mediante un enfoque apoyado en el análisis cualitativo como lo plantea Urbano Gómez (2016) donde es necesario obtener la información, transcribir y ordenar la información, se codifica, se integra la información por categorías para así sacar conclusiones.

Se desarrollará una rúbrica evaluativa de las estrategias abordadas y los resultados encontrados rastreando la evolución conceptual en las tareas y conceptos que arrojan los instrumentos aplicados y generando las conclusiones a partir de la triangulación de la información, la interpretación de los datos encontrados.

#### **2.4 Instrumentos de recolección de análisis de información**

**Protocolo de observación:** Este instrumento consta de tres casillas horizontales donde se ubican para la observación, descripción y clasificación de muestras desde a percepción de rocas, minerales y las casillas respectivas verticales según las muestras encontradas en la salida, a partir de la observación del as características físicas de color, textura y dureza relativa.

**Guía de Laboratorio:** Este instrumento se compone de pre-informe (hipótesis y preguntas iniciales) y el informe de manera escrita a partir de las siguientes consideraciones:

- I. Procedimiento y montaje. (Dibujos o graficas del procedimiento)
- II. Toma de datos y observaciones: (narrativa escrita)
- III. Resultados: (narrativa escrita)
- IV. Conclusiones: (narrativa escrita o gráficas)

**Mallas de recolección de información:** En esta herramienta se proveen categorías (color, tamaño, textura, dureza) para ubicar las características observadas del material analizado describiendo detalladamente, y consignando la información incluyendo la fotografía de cada una de las rocas seleccionadas.

**Cuadro comparativo:** En esta matriz se ubica en las casillas verticales las rocas elegidas, analizadas previamente y en las casillas horizontales se encuentran los minerales y los óxidos según los colores que estos expresan según dicha composición semejanzas o puntos en común.

**Rúbrica Evaluativa:** Mediante este instrumento se plantea la valoración del proceso desde lo actitudinal, procedimental y conceptual del estudiante en relación a sus aprendizajes de los óxidos básicos a través de las piedras preciosas; consignando según estas características la evolución del estudiante.

## **2.5 Población y Muestra**

La población a la cual se le aplicará son los estudiantes de grado undécimo (2022) del Colegio Colombo francés en el área de química, un grupo de 22 estudiantes que ya poseen las bases conceptuales básicas para poder aplicar los instrumentos, es un grupo diverso con 9 mujeres y 13 hombres de un rango de edad entre 15 y 17 años; de nivel socioeconómico entre (4-6) que están matriculados hasta el momento en el colegio entre estos

## **2.6 Delimitación y Alcance**

Se espera la evolución conceptual y el aprendizaje de óxidos básicos, los procesos óxido- reducción a través de la comprensión de procesos químicos de interacción a través de la teoría de campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) a partir de situaciones y tareas, respondiendo preguntas orientadoras.

## **2.7 Planeación de Actividades**

A continuación, a través del siguiente cuadro se plantean las fases de la propuesta de investigación en relación con los objetivos y las actividades desarrolladas en relación a los cuatro semestres de la investigación.

**Tabla 3. Planificación o cronograma de actividades**

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Fase 1: <i>DIAGNÓSTICO</i> Rastreo y propuestas de diseño metodológico de la enseñanza.	Plantear problemas y objetivos de la propuesta. Rastrear material necesario para la propuesta didáctica.	1.1. Revisión bibliográfica sobre mineralogía y geología 1.2. Revisión bibliográfica Campos conceptuales de Vergnaud 1.3. Revisión bibliográfica de instrumentos ópticos (estereoscopio-macroscopio) en el laboratorio 1.4 Recorrido exploratorio en la quebrada la Saladita.
Fase 2: <i>DISEÑO</i> Construcción de propuesta metodológica de enseñanza	Construir la propuesta metodológica para las actividades de enseñanza y herramientas como guías de salida de campo para recolectar muestras, guías de laboratorio, protocolos de observación, mayas de recolección de información, recorrido en la quebrada.	2.1. Construcción marco teórico 2.2. Construcción del marco conceptual 2.3. Construcción del marco normativo y espacial 2.4 Construcción del diseño metodológico y actividades
Fase 3: <i>APLICACIÓN EXPERIENCIA</i> Salida de campo y visita al laboratorio, construcción de conceptos y explicación de fenómenos.	Aplicar los instrumentos los resultados de lo investigado para construir conceptos y explicar el fenómeno de óxido reducción a través de las actividades a partir de los campos conceptuales y la mineralogía.	3.1 Aplicación de la propuesta metodológica de la situación 1 y tarea 1. 3.2 Aplicación de la propuesta metodológica de la situación 2 y tarea 2. 3.3. Aplicación de la propuesta metodológica de la situación 3 y tarea 3. 3.4 Consolidación de conceptos y construcción de conclusiones.
Fase 4: <i>EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA</i> Conclusiones, recomendaciones y proyecciones.	Rastrear los objetivos planteados y cotejarlos desde enfoque cualitativo interpretativo y desde la perspectiva del referente teórico adoptado. Plantear las conclusiones, adecuaciones y mejoras de la propuesta didáctica.	4.1 Rúbrica de evaluación aspectos fundamentales encontrados versus categorías iniciales y emergentes. 4.2 Análisis de resultados y triangulación de la información. 4.3 construcción de cuadro de doble entrada con los aspectos abordados con los objetivos propuestos 4.4. Modificaciones y adecuaciones finales.

*Nota.* Elaboración propia.

## 2.7 Cronograma de Actividades.

A continuación, se describen las fases de la propuesta investigativa escolar que está diseñada en cuatro fases, teniendo en cuenta un semestre como los seis meses calendario, no está referido al calendario escolar:

**Tabla 4. Cuadro descriptivo de actividades**

TIEMPO	Semestre I				Semestre II				Semestre III				Semestre IV			
MESES	Sep	oct	nov-dic	nov	ene	feb-mar	abr-may	ago-sep	Oct	nov-dic	Ene-feb	marzo	mayo	junio	Ago.	sep
<b>Actividad</b>	<i>Actividades (1.1-1.4)</i>				<i>Act.(2.1-2.4) y Act 3.1</i>				<i>Act (.3.1-3.4) y Act (4.1-4.2)</i>				<i>Act.(4.1-4.4) y Act 3.4</i>			
<b>Fases</b>	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
<b>Fase 1 (Diagnóstico)</b>	A.1.1	A.1.2														
	A.1.1	A.1.2	A.1.2	A.1.3												
	A.1.1	A.1.2	A.1.3	A.1.4												
		A.1.2	A.1.3	A.1.4												
<b>Fase 2 (Diseño)</b>					A2.1	A2.2	A2.2	A2.3								
					A2.1	A2.2	A2.3	A2.4								
					A.2.1	A.2.2	A.2.3	A.2.4								
					A.2.1	A.2.2	A.2.3	A.2.4								
<b>Fase 3 (Aplicación experiencia)</b>									A.3.1 S1.T1	A.3.2 S2.T2						
										A.3.2 S2.T2	A.3.2 S2.T2	A.3. S3.T3				
									A.3.1. S1.T1	A.3.2 S2.T2	A.3. S3.T3	A.3. S3.T3	A.3.4			
								A.3.1. S1.T1	A.3.2 S2.T2		A.3. S3.T3	A.3.4.	A.3.4.			
<b>Fase 4 (evaluación)</b>												A.4.1	A.4.2.			
												A.4.1	A.4.2	A.4.3	A.4.4	A.4.4
												A.4.2	A.4.3	A.4.4	A.4.4	
											A.4.1	A.4.2.		A.4.3	A.4.4	A.4.4

Nota. Elaboración propia.

Nota: S: Situación de aprendizaje; T. tarea; A: Actividad

## Capítulo III

### 3. Resultados y análisis

#### 3.1. Introducción

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en los instrumentos aplicados, y posterior a cada resultado el análisis del mismo, describiendo las respuestas de los estudiantes a lo largo de la experiencia, se toman muestras significativas que aporten información pertinente obtenida de los espacios de formación propuestos para la enseñanza del concepto de enlace químico.

#### 3.2 Resultados

##### 3.2.1 Salida de campo “quebrada la saladita”

Este primer instrumento protocolo de observación tiene dos intenciones la de recolectar información primaria de las muestras donde a su vez se perciben las ideas previas del estudiante y se recolecta la información para el posterior análisis.

En el **Instrumento 1 muestra 1** se evidencia en la respuesta de los estudiantes se percibe con claridad que es una piedra “la sustancia mineral maso menos dura, que no es terrosa y ni aspecto metálico, es un fragmento más pequeño de la roca” y reconocen el origen de estas “las piedras provienen de las rocas ... y estas son las que conformaron la corteza terrestre” a su vez se perciben “Están formadas por minerales y estos por elementos químicos”.

En el punto dos del instrumento se pueden notar que los estudiantes perciben colores como el verde oscuro y la forma externa como cuadrada pero sin mucha profundidad y que no es muy afilada en la primera roca descrita y de la misma manera encuentran la manera de describir desde lo que conocen como “forma piramidal” un “blanco grisáceo”, en la piedra #4 describen que tiene “textura rugosa” y se acercan a un concepto de dureza “no se deja rayar con las uñas” en la roca #5 hablan de una “piedra con manchas más oscuras, es opaca”.

En la parte tres se perciben preguntas muy interesantes como “¿qué elemento le da color a la piedra?” en unos años, ¿qué piedras tenemos sería la más probable que se convierta en una piedra preciosa? ¿Qué piedra es la más pura? ¿podríamos crear una de estas piedras en el laboratorio? ¿Qué hace que en una piedra se comiencen a formar cristales alargados? ¿Dependiendo de algún elemento la piedra puede convertirse en preciosa?

En el **instrumento 1 muestra 2** punto uno los estudiantes describe de la piedra como un material duro y sin forma determinada, de un tamaño medio o pequeño, es una sustancia natural y que las piedras provienen de las rocas y que se pueden clasificar por su color, textura peso o material, además están compuestas por minerales y materiales homogéneos, en el punto dos escriben la piedra #1 “brilla como un color hueso casi transparente, tiene vetas amarillas, una textura suave y rugosa, no puede rayar con la uña y tiene forma irregular, con una cara plana y otra circular puntuda,

(es menos pesada)” en la piedra #5 “es la piedra más pequeña de todas, no brilla , no se raya, tiene un color café casi claro con café oscuro y beige, es lisa, tiene forma irregular y tiene otra cara plana y otra irregular”

En el punto 3 las preguntas que surgen son ¿cuál es la diferencia entre una piedra común y una piedra preciosa? ¿A qué se debe la variedad de formas en las piedras? ¿Cuál es la diferencia de los colores en las piedras? ¿una piedra se descompone, si sí, al cuánto tiempo sucede?

**Tabla 5. Instrumento 1**

Instrumento 1 Ideas previas	Grupo A (muestra 1)	Grupo B (muestra 2)
<b>Concepción inicial “Piedra”</b>	piedra “la sustancia mineral maso menos dura, que no es <i>terrosa</i> y ni de aspecto metálico, es un fragmento más pequeño de la roca”	piedra como un material duro y sin forma determinada, de un tamaño medio o pequeño, es una sustancia natural y que las piedras provienen de las rocas y que se pueden clasificar por su color, textura peso o material, además están compuestas por minerales y materiales homogéneos
<b>Descripción piedra #1</b>	el verde oscuro y la forma externa como cuadrada, pero sin mucha profundidad y que no es muy afilada, roca “forma piramidal” un “blanco grisáceo”	“brilla como un color hueso casi transparente, tiene vetas amarillas, una textura suave y rugosa, no puede rayar con la uña y tiene forma irregular, con una cara plana y otra circular puntuda, (es menos pesada)
<b>Descripción piedra #2</b>	describen que tiene “textura rugosa” y se acercan a un concepto de dureza “no se deja rayar con las uñas” en la roca #5	en la piedra #5 “es la piedra más pequeña de todas, no brilla , no se raya, tiene un color café casi claro con café oscuro y beige, es lisa, tiene forma irregular y tiene otra cara plana y otra irregular
<b>Preguntas</b>	“¿qué elemento le da color a la piedra?” en unos años, ¿qué piedras tenemos sería la más probable que se convierta en una piedra preciosa? ¿Qué piedra es la más pura? ¿podríamos crear una de estas piedras en el laboratorio? ¿Qué hace que en una piedra se comiencen a formar cristales alargados? ¿Dependiendo de algún elemento la piedra puede convertirse en preciosa?	¿cuál es la diferencia entre una piedra común y una piedra preciosa?¿A qué se debe la variedad de formas en las piedras? ¿Cuál es la diferencia de los colores en las piedras? ¿una piedra se descompone, si sí, al cuánto tiempo sucede?

Nota. Elaboración propia.

Análisis del instrumento 1 protocolo de observación (ver anexo 1) en ambos grupos se puede ver en la descripción que hacen los estudiantes del concepto de piedra con terminología cotidiana en la descripción de la piedra #1 ambos describen la materia que compone las rocas desde su estructura macroscópica. Tanto e color la dureza responden con términos que conocen de su cotidianidad, más no profundizan en la composición química de los materiales que componen las piedras elegida.

Ejemplo expresan: color verde oscuro o blanco hueso, es áspera, o puntuda, entre otras características, asociado con las concepciones previas, a su vez se perciben en las preguntas dudas sobre la composición y cómo se forman las piedras preciosas, que factores intervienen por lo cual se plantea la posibilidad de profundizar en las características de formación de rocas.

A partir de allí se buscaba generar interés para proponer la explicación de la composición de las piedras preciosas y recolectar las ideas previas sobre las

concepciones sobre la composición de la materia necesaria para plantear la propuesta la enseñanza de los óxidos básicos apoyado en la teoría de campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009) construyendo situaciones que posibiliten la construcción del concepto composición de la materia.

### 3.2.2 Visita al laboratorio uso del macroscopio

En el instrumento 2 muestra 1 en la observación en el macroscopio de las 3 piedras elegidas y al aplicar la escala de Mohs, a partir de las se ve en la respuesta de los estudiantes y se organiza la información relevante en el siguiente cuadro para comparar las respuestas

**Tabla 6. Instrumento 2**

Instrumento 2 protocolo de observación	Grupo b (muestra 2)	Grupo a(muestra 1)
Descripción piedra #1	“color verdoso con vetas negras y destellos dorados” Dureza:5	color “blanca vetada con naranja, sus cristales son de forma botroidal y es un poco cristalino con una dureza de 6
Descripción piedra #2	“piedra gris con color blanco hueso y amarillo mostaza” Dureza:5	“blanca con puntos negros y una textura rugosa, con cristales fibrosos y de dureza 1”
Descripción piedra	# 3 “color hueso de forma irregular con vetas cafés y musgo” dureza de 5 y textura áspera y rugosa.	“su color es negro como el carbón y tiene rayas café clara como tierra y cristales tienes forma botroidal y laminar ” tiene dureza de 6 tiene muchas partes como en forma cubica
Preguntas	¿Por qué una piedra es más pequeña que otra que es más grande pesa más?¿qué define los colores de una piedra?	¿Qué define las texturas de las piedras?¿Por qué hay piedras que tienen una dureza mayor o menor?¿Cómo podemos crear una piedra preciosa?¿A qué temperatura se puede derretir una piedra?

Nota. Elaboración propia.

En el análisis de del instrumento 2 protocolo de observación en el laboratorio nos permite observar en las apreciaciones de los estudiantes una evolución en el lenguaje en la forma clasificar las piedras y describirlas ; muestra que estudiantes han construir categorías para enmarcar algunas de las observaciones como lo son la textura, la dureza, la forma el color entre otras, de esto se suscitaron preguntas que posibilitan la construcción conceptual de conceptos como composición química, contrastado esto con las descripciones hechas inicialmente desde la observación sin ningún tipo de instrumento permitió acercarse al conocimiento empírico y sentar bases para la construcción de conocimientos previos transformándolos de manera paulatina en conceptos.

Partiendo de lo anterior podemos observar que los estudiantes pudieron diferenciar el material de las piedras de la composición a partir de las comparaciones, las piedras pasaron de ser piedras a compuestos químicos o materiales rodeados interrogantes, cómo porqué su color y este que tiene que ver con su composición, a su vez notan diferencias en el tamaño de dos piedras con relación al peso, siendo la más pequeña la más pesada y la más grande más liviana, esto desencadena dudas en relación a algo que está dentro de la materia que no se puede ver a simple vista.

Además de esto se perciben claridades en relación a la explicación dada de la formación de rocas y como esas se crean en condiciones muy particulares tanto físicas como químicas, en procesos relacionados con la corteza terrestre, y esto se hace más evidente en el instrumento número dos en la situación de práctica experiencial en la observación en un instrumento de aumento de visión como el macroscopio, el que permitió desde la observación más detallada resolver dudas de la composición y la forma de las piedras, al poder observar con mayor precisión y detalle y al usar la escala de Mohs percibieron una forma de profundizar en la composición de la materia de las rocas.

En el mismo sentido se percibe en los estudiantes de ambos grupo una evolución conceptual, puesto que ya no se hace alusión a materiales sino a la composición de la materia se evidencia en el instrumento 2 (ver anexo 2), donde ya no se preguntan por el material que están hechas las piedras sino por la composición, qué elementos están presentes y le dan la dureza o el color, además de esto se preguntan las condiciones de cómo esto sucede para que se puedan formar cierto tipo de compuestos presentes en las rocas para darle sus características químicas y cómo estas se perciben desde lo físico.

### **3.2.3 Construcción individual de piedra preciosa Teórica resultados**

En este instrumento se buscó recoger los aprendizajes de los estudiantes de manera individual de la formación de compuestos a partir la construcción de una piedra preciosa con los insumos entregados durante las clases #4 y #5, se toman 5 estudiantes al azar con muestras representativas para la investigación.

**Instrumento 3 muestra 1** la piedra preciosa elaborada por **(Laia Camila Suñé M)** le puso de nombre Feydarita compuesta por  $\text{Hg}_2\text{SO}_3$  (Ni) y dibuja la estructura de Lewis, dice que tiene geometría de triangulo o trigonal, con forma cúbica , de hábito compacto, prismático , tubular y romboédrico, de color rojo opaco con partes grises; con exfoliación prismática, perfecta, su dureza es 2,5 a 3 y que esta se forma junto a las rocas volcánicas y fuentes calidad, su color es causa por el azufre con dos átomos de mercurio y los átomos de níquel que se filtran en la estructura.

**Instrumento 3 muestra 2** esta piedra está construida por **(Sofia Arcila )** y le llamó Peridoto compuesta por  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$  (Ca) cuya hibridación de orbitales está entre SP y su forma es hexagonal, dibuja la estructura de Lewis y la describe de la siguiente forma macro es hexagonal, con hábito granular, con color entre verde (combinación entre verde, rojo y plateado); con una dureza de 6.5 a 7, si tiene exfoliación, muy poca, y de forma externa eneágono, Se forma ya que el silicio le comparte a cada oxígeno un electrón y cada calcio entrega dos electrones, uno para cada oxígeno y son cuatro oxígenos y dos calcios. Los elementos se acomodan formando un hexágono. El magnesio es reemplazado por el calcio aportando un color rojo y tiene igual valencia y número de oxidación al magnesio; originalmente la piedra es verde, pero el calcio aporta un color rojo y el silicio un plateado. Es una piedra metamórfica y está clasificada como del grupo de los silicatos

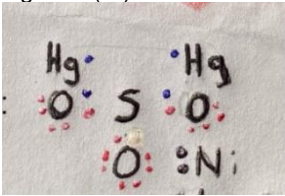
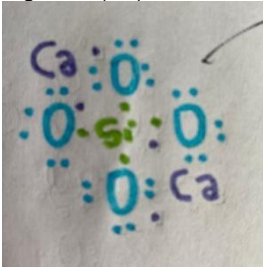
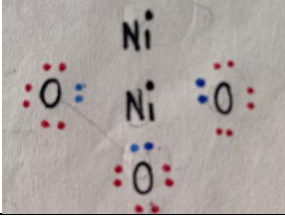
**Instrumento 3 muestra 3** Esta piedra es elaborada por **(Sebastián Rico)** le dio el nombre de Eucariota y su composición es  $\text{Ni}_2\text{O}_3$ , el estudiantes dibuja la estructura de

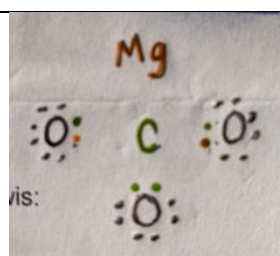
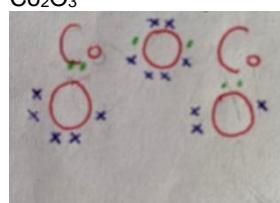
Lewis y dice que su hibridación es de los orbitales DP y que su forma es de rombo, su forma micro es de cubica o romboide, su hábito es angular y radial, con un tono blanco con un ligerísimo amarillo su dureza es de 9 y presenta alta exfoliación, y su forma macro es piramidal o trigonal, se forma ya que el níquel le comparte electrones al oxígeno para así hacer el octeto y darle la forma y color, su origen es metamórfica.

**Instrumento 3 muestra 4** Esta piedra fue construida por (**Samuel González**) y su nombre es guarachita con formula química  $MgCO_3$  de forma micro romboedro y de hibridación SP, dibuja la estructura de Lewis, esta presenta un color perlado plateado azulado, de dureza entre 2.5 y 4.5 no presenta exfoliación y macro es de forma circular, esta es de formación ígnea.

**Instrumento 3 muestra 5** esta piedra fue elaborada por (Andrés Santacruz) y le puso de nombre Ambarabrianita su composición química es  $Co_2O_3$  con hibridación de SP y no dibuja forma, la describe con forma micro como idiomorfos (euhedrales) con hábito de cristales tubulares, laminares y cúbicos, de color verde rojizo de dureza 9.5 en la escala de Mohs, es lisa y no presenta exfoliación, y su forma externa es de un octaedro, du color es claro debido a los iones de aluminio en partes de du estructura, piedra magmática generada por presión y temperatura.

**Tabla 7. Instrumento 3.**

Instrumento 3 Guía de elaboración piedra preciosa teórica	Composición química usada en la piedra y estructura de Lewis	Unidad de análisis	Observaciones
Muestra 1 (Feydarita)	$Hg_2SO_3$ (Ni) 	Se percibe claridad en la aplicación, aunque no en la distribución de los pares de electrones	Se evidencia claridad en las características físicas de la piedra, en la geometría y su formación, y en uso del concepto enlace en la formación de su piedra preciosa
Muestra 2 (Periodoto)	$Mg_2SiO_4$ (Ca) 	Tanto en la representación, y en hibridación de orbitales y geometría se percibe comprensión de la formación de enlaces	Se perciben descripciones amplias y con sentido, usando terminología química evidenciando apropiación de los conceptos abordados en el enlace químico del compuesto usado en la piedra preciosa
Muestra 3 (Eucariota)	$Ni_2O_3$ 	Se grafica de forma correcta y aplica el concepto de enlace químico en el compuesto formado, pero le cuesta identificar la hibridación.	En la descripción de la formación expresa como se forma un enlace químico apoyado en la ley del octeto.
Muestra 4 (guarachita)	$MgCO_3$	Usa de manera adecuada, evidenciando el intercambio de pares de electrones involucrados en el enlace químico	Se percibe en la descripción poca amplitud y algunas dificultades de comprensión de las características físicas

		de la piedra creada por el estudiante.
<p>Muestra 5 (Ambarabrianita)</p>	<p>Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub></p> 	<p>Se evidencia uso adecuado de la estructura de Lewis y el intercambio de electrones en el enlace químico del compuesto creado.</p> <p>En la descripción de las características químicas y físicas del compuesto hay claridad del concepto de enlace químico y las características de formación de la piedra preciosa</p>

Nota. Elaboración propia.

**Análisis de la actividad con el instrumento 3.0** (ver anexo 3) este permitió construir desde la imaginación y apoyado en los conceptos explicados de química una piedra preciosa teórica, aplicando la teoría vista en la clase, guiados por el maestro y la tabla periódica se permitió la construcción de enlaces químicos partiendo de la fórmula química de alguna de las piedras preciosas expuestas en el (material de apoyo pedagógico 1), se variaron los elementos que compartan estados de oxidación similares para formar nuevos óxidos sin variar drásticamente la fórmula química.

En sí, el ejercicio anterior fue complejo debido a la gran variedad de elementos metálicos con el mismo estado de oxidación, por lo cual fue necesario referirse solo a los que se ubican mismo periodo para conservar la electronegatividad, y que al reemplazarlos en la estructura de Lewis mantuviese la geometría y características del enlace.

Esto se pudo observar de forma satisfactoria en el instrumento 3.0 de las diferentes muestras donde los estudiantes lograron construir la fórmula química del compuesto y representar la interacción de electrones por medio de la estructura de Lewis esto les permitió aplicar los conceptos de estados de oxidación y valencia.

Además de esto los estudiantes pudieron especular el color y dureza de la piedra, partiendo de un apoyo didáctico 2 (ver anexo 7) el cual permitió la guía para encontrar según el elemento elegido que posibles colores; a partir del intercambio de cationes en la interacción de los elementos y su electronegatividad en la composición básica de las piedras preciosas. Se les dificultó comprender la forma de los cristales confundiendo con la forma de la piedra(material), puesto que las formas finales pueden ser encontradas de manera silvestre o modificadas según la conveniencia, pulirlas o lustrarlas aumentando el brillo y profundizando el color.

### 3.2.4 Práctica de cristales de sulfato de cobre

**El instrumento número 3.1 guía de laboratorio formación de cristales de sulfato de cobre**(ver anexo 4)es una guía de laboratorio, la cual permitió que los estudiantes pudieran desarrollar paso el procedimiento en el laboratorio y consignar las conclusiones iniciales, y las preguntas que posibilitan profundizar la práctica de la

construcción de cristales de sulfato de cobre, buscando de manera experimental simular la construcción de un cristal parecido a una piedra preciosa y en un tiempo acorde a las dinámicas escolares.

**Tabla 8. Resultados instrumento 4. Informe del laboratorio.**

Informe de laboratorio instrumento 4.0	Grupo B(muestra 2)	Grupo A(muestra 1)
<b>Referentes teóricos usados</b>	el enlace iónico debido a las cargas eléctricas de los átomos de cada elemento” de la solución de sulfato de cobre, además de la saturación de la solución del sulfato con el agua destilada y la temperatura de estos influye en la construcción del cristal del sulfato de cobre.	Este grupo amplía los conceptos de cristalización, y saturación; punto de equilibrio termodinámico y temperatura.
<b>Desarrollo de procedimiento</b>	el procedimiento se vio claridad puesto que las fotos del paso a paso evidencian que este fue claro, y lo describen con facilidad sin omitir detalles.	Se puede observar claridad en el procedimiento por sus gráficas paso a paso, y en los resultados los jóvenes describen lo que hicieron teniendo en cuenta los posibles errores humanos pero que obtuvieron un cristal de gran tamaño y que su muestra tenía algunas impurezas por lo cual el resultado no fue tan bien como esperaban
<b>Respuestas a pregunta:</b> ¿Qué tiene que ver el laboratorio de formación de cristales con las piedras preciosas?	: “Este experimento se relaciona con la creación de piedras preciosas, ya que para que esta se forme en la naturaleza necesita enlazarse con otros elementos que se encuentran en la tierra, necesita una temperatura específica y requiere un ambiente adecuado, esto obviamente varía dependiendo de la piedra que se formara y de muchos factores más. Nosotros con este experimento nos dimos cuenta de que para que una piedra preciosa se forme de ciertas maneras, necesita una cantidad de factores que tienen que ser muy precisos.”	“La forma en la que se crean las piedras preciosas es muy parecida a la de los cristales de sulfato de cobre, así ambos empiezan con una materia prima que alterada por la temperatura y presión lleva a que se empiecen a formar las piedras/ cristales (temperatura). Aumenta el punto de saturación del agua) y luego se va compactando con tiempo en el caso de las piedras en tierra, Miles de años, en nuestro caso, unos días”
<b>Conclusiones</b>	<p>Cuando aparecen cristales pequeños en la superficie del líquido caliente, significa que la solución se ha saturado.</p> <p>A medida que la temperatura baja, la solubilidad del sulfato de cobre disminuye, la sal se precipita y empezaran a crecer cristales.</p> <p>Si la solución se enfría muy rápido los cristales que se formarán serán pequeños y amorfos.</p> <p>La mejor manera para que se enfríe más lentamente el recipiente, en este caso el (Beaker) es en un molde de espuma, que actuará como aislante térmico.</p> <p>Es necesario un cristal de sulfato de cobre un poco más grande para que sirva como adherente para los demás cristales pequeños y así se formará la piedra final con más facilidad.</p>	<p>Con el experimento en el laboratorio aprendimos cómo se forman los cristales de sulfato de cobre</p> <p>La forma de los cristales depende de la pureza de la solución.</p> <p>Para mejorar el procedimiento se debería realizar con más cuidado al manipular el palo con el hilo y la mezcla del agua destilada y el sulfato de cobre.</p>

*Nota.* Elaboración propia.

Además, se rescatan comentarios de los informes como: “antes de hacerlo no teníamos idea de que intensidad iba a ser el color de la piedra, tampoco sabíamos qué tamaño iba a tener y esto hizo que fuera una actividad muy interesante y entretenida”.

“Este experimento se relaciona con la creación de piedras preciosas, ya que para que esta se forme en la naturaleza necesita enlazarse con otros elementos que se encuentran en la tierra, necesita una temperatura específica y requiere un ambiente adecuado, esto obviamente varía dependiendo de la piedra que se formara y de muchos factores más. Nosotros con este experimento nos dimos cuenta de que para que una piedra preciosa se forme de ciertas maneras, necesita una cantidad de factores que tienen que ser muy precisos.”

Y construyeron las siguientes preguntas para la discusión:

- ¿Qué pasaría si dejamos nuestra piedra más de las 72 horas? ¿Se agranda?
- ¿Si usamos otro tipo de sulfato, tendríamos el mismo resultado?
- ¿Que se necesitaría para que la piedra final quede de otro color diferente al azul?
- ¿Qué tipo de reacciones se dan entre el sulfato de cobre y un metal?
- ¿Qué pasaría si dejamos que la temperatura baje rápidamente? ¿Aun así se formaría el cristal?

Análisis de instrumento 4.0 al desarrollar la práctica de laboratorio se aclaró de mera sustancial la elaboración de la piedra teórica para los estudiantes ya que pudieron llevar a la realidad la construcción de cristales de sulfato de cobre, posibilitar a los estudiantes los elementos teóricos y conceptuales vistos en la práctica que influyen en la formación de cristales como la temperatura, la concentración de iones en una solución y el tiempo.

Condiciones que de manera natural influyen en las piedras preciosas en su formación en la naturaleza. Esta mezcla de circunstancias las replicamos en la práctica de laboratorio y al analizar la composición química del sulfato de cobre esto posibilitó la comprensión de la estructura macro en relación con la composición química y los factores externos.

Por último, la elaboración de los informes por parte de algunos de los estudiantes deja en evidencia la apropiación de todo el proceso de formación de las rocas hasta llegar al enlace químico en los óxidos básicos inorgánicos presentes en las piedras preciosas, especialmente los silicatos y el diamante que por su simpleza estructural química se percibe con mayor facilidad en los estudiantes, además de esto las características físicas que resultan de esta composición.

### **3.2.5 Cierre autoevaluación infograma**

En el Instrumento 5. El infograma (ver anexo) muestra 1 se percibe en el infograma de la chica el origen de las piedras y su formación, describe la diferencia entre piedra y roca, que son la piedras “es una pieza de cristal mineral, la mayoría de las piedras preciosas son muy duras pero algunas son muy blandas” y las clasifica como preciosas (diamante, zafiro esmeralda y rubí) y semipreciosas (amatista, ámbar, cuarzo y citrino) a su vez describe las características de las piedras y da ejemplos de

forma, hábito, color y dureza; a su vez dice “pueden ser silicatos u óxidos a excepción del diamante que es carbono” y finaliza describiendo la composición química del diamante  $C$  dureza:10 , de la amatista  $SiO_2$  dureza 7.0 dióxido de silicio, y del ópalo  $SiO_2 \cdot nH_2O$  cuya dureza es de 5.5 a 6.

Mientras que en el **instrumento 5 muestra 2** describe la estudiante que es una roca y plantea su origen, y su función, hace la pregunta ¿por qué se forman piedras preciosas? del magma, fundidas en el interior de la tierra y estas al reacomodarse en el terreno, cambian su forma dependiendo de la presión y la temperatura. Adoptan formas geométricas y así se vuelven piedras preciosas; describe datos curiosos sobre las piedras y las clasifica en piedras preciosas (diamante, zafiro, esmeralda, rubí) y semipreciosas (amatista, cuarzo y citrino) y finaliza con las piedras preciosas pueden ser silicatos u óxidos a excepción del diamante.

Análisis de instrumento número 5; Infografía este instrumento se pudo observar cómo los estudiantes consignaron sus aprendizajes en relación a la estructura molecular de las piedras preciosas, su composición desde el diamante de enlace carbono- carbono y en la amatista el dióxido de silicio también se muestra como la formación de rocas incide en su aprendizaje y la clasificación de las mismas en preciosas y semipreciosas. A su vez se puede ver en estos productos los cambios conceptuales en los conceptos iniciales de material y composición, ya usando la terminología referente a los conceptos químicos y también escribiendo la fórmula química de la composición de algunas gemas y los tipos de enlaces formados tanto en el diamante como en otras piedras, además conociendo que esto impactan en su dureza

### 3.4 Conclusiones

A partir de la investigación y la experiencia se pudo construir una propuesta metodológica para la enseñanza, basada en la mineralogía (piedras preciosas y semipreciosas) y enmarcada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud (1990, 2009); se construyó un modelo didáctico enfocado en la aplicación de 4 situaciones y 4 tareas en un contexto cercano (quebrada la saladita) con experiencias como laboratorios y prácticas experienciales que motivaron a los jóvenes a aprender sobre los procesos de oxidorreducción involucrados en la formación del enlace químico especialmente en los óxidos ácidos inorgánicos .

Se pudieron brindar las bases conceptuales, teóricas a partir de diferentes estrategias e instrumentos que posibilitaron construir distintos escenarios escolares y variadas metodologías en una propuesta de enseñanza de óxidos básicos inorgánicos a través del enlace químico presente en la composición química básica de las piedras preciosas a partir de situaciones y tareas.

Se logró diseñar una propuesta de enseñanza apoyada en la teoría de los campos conceptuales que promovieron la indagación, exploración y la explicación de fenómenos a partir de prácticas experimentales y laboratorios que posibilitaron esquemas conceptuales y herramientas cognitivas desarrolladas a partir de las situaciones propuestas enfocadas en la composición química de piedras preciosas que valida la estructura didáctica y el aprendizaje del enlace químico involucrado en el proceso de oxido-reducción a través de la mineralogía.

Se logró validar la ruta metodológica e interpretar los resultados de los instrumentos aplicados en la propuesta definitiva de la enseñanza del enlace químico, se presentan evidencias de evolución conceptual del aprendizaje del enlace químico en la formación de los óxidos básicos inorgánicos en básica secundaria a través de la mineralogía.

Se percibieron aprendizajes de los estudiantes en ámbitos que no estaban presupuestados en la propuesta didáctica, habilidades cognitivas como la comprensión de la periodicidad de la electronegatividad en la tabla periódica, la formación de cationes y la competitividad estos en una reacción, sentaron las bases para la comprensión de la reacción química y la interacción de sistemas atómicos de distinta naturaleza en la formación de otros compuestos orgánicos como hidróxidos o hidruros que se percibieron en clases posteriores.

## Referencias

- Aguirre, J. C., & Jaramillo, L. G. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. *Cinta de Moebio*, 53, 175–189. <https://doi.org/10.4067/S0717-554X2015000200006>
- Alquisira Palacios, J. (2019). Elementos Químicos: El Carbono, C. *Boletín de La Sociedad Química de México*, 13(1), 15–17. <https://bit.ly/3PxEqQ6>
- Ametrano, S. (2005). Piedras preciosas. *Museo*, 3(19), 10–16. <https://bit.ly/3QHFYrE>
- Caamaño, A. (2020). *Enseñar química: de las sustancias a la reacción química*. Graó.
- Chang, R. (2011). *Fundamentos de química*. McGraw-Hill.
- Coello, A., & Amaguaña, D. (2015). Curiosidades de la Química. *InfoANALÍTICA*, 3(1), 97–99. <https://bit.ly/3QOa8d5>
- Colegio Colombo Francés. (n.d.). *PEI [documento institucional no publicado]*. Autor.
- Donati, E. D., & Andrade Gamboa, J. J. (2018). El concepto de resonancia. Confusiones ontológicas y epistemológicas. *Educación Química*, 17(2), 174–179. <https://doi.org/10.22201/FQ.18708404E.2006.2.66057>
- Downs, R., & Hall-Wallace, M. (2003). The American Mineralogist crystal structure database. *American Mineralogist*, 88, 247–250. <https://bit.ly/3JL1cmo>
- Doymus, K. (2008). Teaching chemical bonding through jigsaw cooperative learning. *Research in Science & Technological Education*, 26(1), 47–57. <https://doi.org/10.1080/02635140701847470>
- Ediciones Rioduero. (1979). *Diccionario Rioduero: geología y mineralogía*. Autor. [http://168.176.5.96/F/82BC8EB2BD3BMPCU3LEM9VXCXXIPE8JKDL8A5L2NQLXEATI5C8-38570?func=full-set-set&set\\_number=197769&set\\_entry=000001&format=999](http://168.176.5.96/F/82BC8EB2BD3BMPCU3LEM9VXCXXIPE8JKDL8A5L2NQLXEATI5C8-38570?func=full-set-set&set_number=197769&set_entry=000001&format=999)
- Elliott, J. (2005). *La investigación-acción en educación* (5th ed.). Morata.
- Errandonea, D. (2009). Más duro que el diamante. *Investigación y Ciencia*, 399, 74–80. <https://bit.ly/3AcRar1>
- Fals Borda, O., & Moncayo, V. M. (2009). *Una sociología sentipensante para América Latina*. Siglo del hombre, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Fernandez Rincon, M. S. (1996). *Spin química 10 (química ed. secundaria)*. Voluntad.
- Flores, E., Roque Paredes, C., & Ochoa Luna, R. (1995). Química del color. *Revista de Química*, 9(2), 99–109. <https://bit.ly/3vVNdEt>
- Fontana, M. (2016). *Piedras preciosas: cómo reconocerlas. Guía ilustrada en color*.

De Vecchi.

- Foro de Minerales Colección. (2018). *Como se ven los minerales bajo el microscopio ? #1 - Foro de minerales [video]*. YouTube. <https://bit.ly/3pgsQOG>
- Galagovsky, L. R. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Química Viva*, 6(sup), 1–13. <https://bit.ly/3weTYS5>
- Gispert, J. (1996). Estructura atómica y enlace químico. In *Estructura atómica y enlace químico*. Reverté.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta. ed.). McGraw Hill.
- Lehn, J. M. (2011). *La química: ciencia y arte de la materia*. El Correo de La UNESCO. <https://bit.ly/3QgwTq6>
- López Blanco, G. (2001). *Tesaurus de Geología*. España. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Centro de Información y Documentación Científica (CINDOC). <https://bit.ly/3Ca4Y77>
- McMurry, J. (2008). *Química orgánica* (7th ed.). Cengage Learning.
- Medellín. Alcaldía Municipal. Secretaría de Educación. (2014). *Plan de área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Autor. <https://bit.ly/3Ah0TWA>
- Moreira, M. A. (2002a). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Enseñanza de Las Ciencias*, 7(1), 1–287. <https://bit.ly/3JVAasx>
- Moreira, M. A. (2002b). *La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el Área*. Universidade Do Rio Grande Do Sul. Instituto de Física. <https://bit.ly/3Celt10>
- Oñorbe, A., & Caamaño Ros, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 41, 68–81. <https://bit.ly/3p6slH0>
- Otero, M. R., Arlego, M., & Prodanoff, F. (2015). Teaching the basic concepts of the Special Relativity in the secondary school in the framework of the Theory of Conceptual Fields of Vergnaud. *Il Nuovo Cimento C*, 38(3), 1–13. <https://doi.org/10.1393/NCC/12015-15108-0>
- Pino, M. (1966). *Didáctica General*. Editorial Universitaria.
- Raviolo, A. (2008). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Educación Química*, 19(4), 315–322. <https://bit.ly/3QT4rdW>
- Swope, R. J., & Gieré, R. (2004). A strategy for teaching an effective undergraduate mineralogy course. *Journal of Geoscience Education*, 52(1), 15–22. <https://doi.org/10.5408/1089-9995-52.1.15>

- Todericiu, D. (1984). Balthasar-Georges Sage (1740-1824), chimiste et minéralogiste français, fondateur de la première Ecole des Mines (1783). *Revue d'histoire Des Sciences*, 37(1), 29–46. <https://doi.org/10.3406/RHS.1984.1973>
- Togola, N. (2013). *Les minéraux et les roches* . <https://bit.ly/3vZVuHP>
- Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Cristalografía y Mineralogía. (n.d.). *Mineralogía I. Guión de prácticas*. Retrieved August 17, 2022, from <https://bit.ly/3PACwOG>
- Urbano Gómez, P. A. (2016). Análisis de datos cualitativos. *Revista Fedumar Pedagogía y Educación*, 3(1), 113–126. <https://bit.ly/3C2cRv6>
- Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherches En Didáctique Des Mathématiques*, 10(2, 3), 133–170. <https://bit.ly/3vXeHtG>
- Vergnaud, G. (2009). The theory of conceptual fields. *Human Development*, 52(2), 83–94. <https://doi.org/10.1159/000202727>
- Villalobos Delgado, V., Ávila Palet, J. E., & Olivares, S. L. (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(69), 557–581. <https://bit.ly/3PyaQds>

## Anexos

### Instrumentos

#### Instrumento 1.0

Colegio Colombo Francés Química undécimo



Protocolo de observación “*Salida a la quebrada la saladita*”

Objetivo: recolección de muestras de rocas, descripción y clasificación

Actividad: En grupos de 3 personas se desarrollará la guía buscando el consenso y haciendo descripciones detalladas de lo preguntado en los puntos.

Escribe en tus palabras según lo observado buscando responder las siguientes preguntas

Pregunta	Tu respuesta
¿Qué es una piedra?:	
¿Cuál es el origen de las piedras?	
¿Cómo se podría clasificar las piedras?	
¿De qué están compuestas las piedras?	

Elige 5 rocas que te llamen la atención de un tamaño moderado descríbelas y dibújalas

PIEDRA # (DIBUJO a color o foto)	DESCRIPCIÓN DETALLADA(ten en cuenta; brillo, color, textura, se deja rayar con la uña, forma, ángulos etc.)
#1.	<small>(Coello &amp; Amaguaña, 2015; Colegio Colombo Francés, n.d.; Donati &amp; Andrade Gamboa, 2018; Fernandez Rincon, 1996; Galagovsky, 2007; López Blanco, 2001; McMurry, 2008; Moreira, 2002b; Otero et al., 2015; Pino, 1966; Raviolo, 2008; Todericiu, 1984; Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Cristalografía y Mineralogía., n.d.; Villalobos Delgado et al., 2016)</small>

#2.	
#3.	
#4.	
#5.	

3. Lluvia de preguntas: Construye en grupo a partir del consenso preguntas sobre lo observado en relación a las piedras, rocas y gemas encontradas.

Preguntas:

1. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Nota: Recuerda mantener tus rocas a la mano para observarlas en el microscopio*

## Instrumento 2.0



Protocolo de observación Laboratorio mineralogía

Química Undécimo

Fecha: \_\_\_\_\_

Integrantes: \_\_\_\_\_

Objetivo: Registrar de manera detallada las observaciones realizadas por el estereoscopio

Marco teórico referencial Escala de Mohs:

1. Talco
2. Yeso
3. Calcita
  
4. Fluorita
5. Apatito
6. Ortosa
  
7. Cuarzo
8. Topacio
9. Corindón
10. Diamante

Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas: - Un mineral tiene dureza 1 si tizna el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2). - Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja (H ~ 5) o por un vidrio de ventana (H ~ 5.5). - Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio. - Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo. (tomado de manual de mineralogía UCM)

Piedra #	Descripción general	Dureza relativa (Mohs)	Particularidades
#1			
#2			
#3			

Observaciones Generales:

---



---



---

## Instrumento 2.1



Guía de laboratorio Piedras preciosas:

Química Undécimo

Fecha:

Integrantes: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Visualizar con mayor claridad las características de las piedras recolectadas a partir del estereoscopio a partir de la guía de laboratorio, escala de Mohs y material de apoyo audiovisual de contraste.

**Marco teórico:** MINERALOGÍA I 2º LG Guion de prácticas Guion elaborado por: Dpto. Cristalografía y Mineralogía – UCM

**Video:** ¿Cómo se ven los minerales bajo el microscopio ? #1 - Foro de minerales

<https://www.youtube.com/watch?v=NuxJZR8P0PA>

**Procedimiento:**

1. Tomar cada muestra (piedra) y hacer uso del estereoscopio o microscopio observar por cada lado y tomar nota en el cuaderno (uno por persona)

2. Con cada muestra de piedra: ¿Raya el papel ? dureza (0-1.5)

¿Raya la tiza? durza (1.7-4)

¿La moneda raya la piedra? Dureza (5-7)

Cuarzo raya la piedra (7.5- a 9) Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas: - Un mineral tiene dureza 1 si tizna el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2). - Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja (H ~ 5) o por un vidrio de ventana (H ~ 5.5). - Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio. - Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo; Escribir según corresponda la escala anterior y describir particularidades de cada piedra.

3. Escribe las preguntas que te surjan durante la observación

a. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

b.. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Instrumento 3.0

Guía de construcción de la piedra preciosa teórica.  
Colegio colombo francés  
grado undécimo

Tú Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre de la piedra preciosa:	
dibuja cómo crees que se vería	
Estructura de Lewis:	Hibridación y forma geométrica:
Composición(fórmula química):	

Forma	
Hábito	
Color	
Dureza	
Exfoliación	
Forma	
Características de formación:	
_____	
_____	
_____	

## Instrumento 3.1

Guía de laboratorio Cristales de sulfato de cobre  
Química grado undécimo

Integrantes: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Evidenciar la formación de cristales a partir de una solución saturada de sulfato de cobre a partir de un punto de nucleación.

### Materiales

Sulfato de cobre  
Beaker  
Agua destilada 50 ml  
Hilo de algodón  
Espuma aislante

Fuente de calor (fogón)  
Agitador  
Palillos de dientes  
Cordel  
Papel Origami

### Montaje inicial



### Procedimiento:

Desarrollar el montaje anterior; disolviendo el sulfato de cobre en agua destilada lentamente hasta llegar al punto de sobresaturación (*cuando se empiecen a formar cristales en la superficie del agua*) calentando lentamente en el fogón.

Paralelo a procedimiento anterior atar un cristal de sulfato de cobre a un hilo de algodón y el otro extremo a un palillo de dientes dejando entre el cristal y el palillo (entre 2-3 cm máximo) y sostener sobre un beaker

Verter lentamente el sulfato de cobre en el beaker de 50 ml

Crear un sistema de lento enfriamiento con espuma que rodee el beaker y atarla con un cordel y tapar con un papelito de origami

Poner en un lugar fresco y seco durante 72 hrs

### Preguntas:

¿Por qué se necesita un cristal para iniciar la formación de cristales?

¿Qué factores influyen en la forma final de los cristales?

¿Qué tiene que ver la composición de sulfato de cobre para la formación de cristales?

¿Cuál es la composición y fórmula química de los cristales de sulfato de cobre pentahidratado?

¿Dibujar cuál es la estructura de Lewis del sulfato de cobre?

¿Cómo se relaciona la práctica con la formación de piedras preciosas?

¿Por qué se usa para la práctica agua destilada? ¿Qué sucedería si se emplea agua de la canilla sin destilar?

### Conclusiones iniciales:

---

---

---

---

---

## Instrumento 4.0



Informe de laboratorio Cristales de sulfato de cobre  
Química grado undécimo  
Integrantes: \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Registrar y sistematizar la formación tomada de la práctica de cristales a partir de una solución saturada de sulfato de cobre.

**Marco referencial** (conceptos o teorías que aplicaste)

---

---

---

---

---

---

---

---

<i>Dibujo de montaje en 3 pasos</i>		
<i>Paso 1</i>	<i>Paso 2</i>	<i>Paso 3</i>

Descripción del procedimiento:

---

---

---

---

---

---

---

---

Análisis y resultados (a partir de las observaciones):

---

---

---

---

---

---

---

---

Respuesta de preguntas:

---

---

---

---

---

---

---

Conclusiones:

---

---

---

---

---

---

---

---

Dudas para discusión o profundización:

---

---

---

---

---

---

---

---

Referencias bibliográficas y cibergrafía :

## Instrumento 5.0



Infografía de aprendizajes  
grado Undécimo  
Química, Colegio colombo francés


Elabora un infograma que incluya: título(el nombre que le das a lo que aprendiste); encabezado (descripción general de lo que aprendiste en una línea), texto (ideas, ejemplos, datos, palabras clave, ampliación de conceptos o teorías que aprendiste) cuerpo (Imagen central que referencie lo aprendido), fuente(de donde tomaste información) e imágenes auxiliares (gráficas, o datos o gráficas que sustentan la principal )

## Herramientas didácticas

### Herramienta 1

# CHEMICAL COMPOSITION OF GEMSTONES

THE COLOURS OF GEMSTONES ARE AFFECTED BY DIFFERENCES IN CHEMICAL AND ATOMIC STRUCTURE, LEADING TO THE ABSORPTION OF DIFFERENT WAVELENGTHS OF LIGHT. THEIR HARDNESS IS MEASURED ON THE MOHS SCALE, WHICH RUNS FROM 1-10.

 <p><b>ALEXANDRITE</b>  <math>\text{Al}_2\text{BeO}_4</math>                      Hardness: 8.5                      Colour caused by chromium ions replacing aluminium in some sites. Colour varies in different light.</p>	 <p><b>AMETHYST</b>  <math>\text{SiO}_2</math>                      Hardness: 7.0                      Colour caused by irradiation of iron 3+ ions in place of silicon in some locations in the structure.</p>	 <p><b>AQUAMARINE</b>  <math>\text{Be}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6</math>                      Hardness: 7.5-8.0                      Colour caused by iron 2+/3+ ions replacing aluminium ions in some locations in the structure.</p>	 <p><b>DIAMOND</b>                      C                      Hardness: 10                      Colourless; can be faintly coloured by the trapping of nitrogen atoms in the crystal.</p>
 <p><b>EMERALD</b>  <math>\text{Be}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6</math>                      Hardness: 7.5-8.0                      Colour caused by chromium ions replacing aluminium in some locations in the structure.</p>	 <p><b>GARNET</b>  <math>\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3</math>                      Hardness: 6.5-7.5                      Colour caused by iron 2+ ions replacing magnesium ions in some locations in the structure.</p>	 <p><b>OPAL</b>  <math>\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}</math>                      Hardness: 5.5-6.0                      A 'play of colours' caused by interference &amp; diffraction of light passing through the structure.</p>	 <p><b>PEARL</b>  <math>\text{CaCO}_3</math>                      Hardness: 2.5-4.5                      Produced in the soft tissue of shelled molluscs. Most modern pearls are artificially cultured.</p>
 <p><b>PERIDOT</b>  <math>\text{Mg}_2\text{SiO}_4</math>                      Hardness: 6.5-7.0                      Colour caused by iron 2+ ions replacing magnesium ions in some locations in the structure.</p>	 <p><b>RUBY</b>  <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>                      Hardness: 9.0                      Colour caused by chromium ions replacing aluminium ions in some locations in the structure.</p>	 <p><b>SAPPHIRE</b>  <math>\text{Al}_2\text{O}_3</math>                      Hardness: 9.0                      Colour caused by titanium and iron ions replacing aluminium ions in some locations in the structure.</p>	 <p><b>SPINEL</b>  <math>\text{MgAl}_2\text{O}_4</math>                      Hardness: 7.5-8.0                      A variety of colours are possible, caused by impurities such as iron, chromium and nickel.</p>
 <p><b>TOPAZ</b>  <math>\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{F},\text{OH})_2</math>                      Hardness: 8.0                      Pure topaz is colourless; blue &amp; brown varieties are caused by imperfections in atomic structure.</p>	 <p><b>TOURMALINE</b>  <math>\text{NaLi}_2\text{Al}_6(\text{BO}_3)_3(\text{SiO}_3)_6\text{F}_4</math>                      Hardness: 7.0-7.5                      Colour caused by manganese ions replacing lithium and aluminium ions in some sites.</p>	 <p><b>TURQUOISE</b>  <math>\text{Al}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}</math>                      Hardness: 5.0-6.0                      Colour caused by the presence of copper ions coordinated to the hydroxide ions and water.</p>	 <p><b>ZIRCON</b>  <math>\text{ZrSiO}_4</math>                      Hardness: 7.5                      A range of possible colours that depend on the impurities present. Colourless specimens are popular diamond substitutes.</p>

Nota: fuente tomada de <https://bit.ly/3CaNFml>

# Herramienta 2



Nota: fuente tomada de <https://bit.ly/3K1u5uF>

### **Herramienta 3**

Manual de mineralogía UCM

<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15563/Gui%C3%B3n%20de%20pr%C3%A1cticas.pdf>

## Evidencias

### Muestra Informe de laboratorio Grupo 1



Informe de laboratorio Cristales de sulfato de cobre  
Química grado undécimo  
Integrantes:

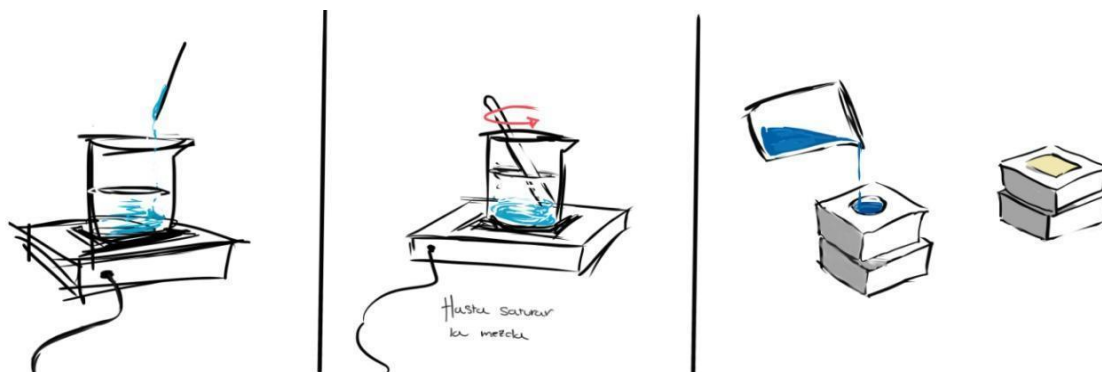
Catalina Zapata, Juanita Giraldo, Laia Suñe, Andrés Santacruz y Sofía Arcila Arboleda

**Objetivo:** Registrar y sistematizar la formación tomada de la práctica de cristales a partir de una solución saturada de sulfato de cobre.

#### Marco referencial (conceptos o teorías que aplicaste)

El estado actual de los procesos de separación por la cristalización, y, saturación, además se procede a realizar a partir del método de separación teniendo en cuenta la descripción de este, la relación de este en el efecto de las variables de este, con el fin de dar paso al desarrollo de los resultados y análisis de los mismos.” La saturación es un estado de equilibrio termodinámico. En una disolución conteniendo cristales macroscópicos, cuando se alcanza el equilibrio entre la disolución y la fase sólida del soluto” (formación por moléculas orgánicas que no contienen dobles enlaces. Una disolución saturada, aquella que contiene la mayor concentración de soluto posible)

“La cristalización es la técnica más simple y eficaz para purificar compuestos sólidos. Consiste en la disolución de un sólido impuro en la menor cantidad posible del solvente adecuado y en caliente”



#### Descripción del procedimiento:

Nosotras comenzamos lavándonos las manos y los materiales muy bien para no afectar el procedimiento, luego cogimos el beaker más grande y lo llenamos con 100 ml de agua destilada, entonces nos dividimos lo que había que hacer y comenzamos a calentar el agua lentamente sin dejar que hirviera, mientras Catalina paralelamente agregaba el sulfato de cobre y Laia y Sofía lo disolvían; tuvimos que agregar más de 10 cucharadas (puntas montañosas de espátula) del sulfato de cobre para que pudiéramos sobresaturar la mezcla, viéndose ésta de un azul muy oscuro y para que así en la superficie se empezara a formar una fina capa de pequeños cristales.

Paralelamente a esto, Juanita, con guantes amarró un cristal de sulfato de cobre a un hilo de algodón y este a un palillo de dientes, dejando entre 2 - 3 cm de distancia entre uno y otro, esto lo dejamos colgando en un pequeño beaker de 50ml y vertimos la mezcla sobresaturada previamente hecha al beaker, fijándonos en que cubriera y sobrepasara por un poco el cristal.

Cuando el cristal de sulfato de cobre estaba sumergido en la mezcla sobresaturada le colocamos dos papelitos de origami por encima y lo dejamos reposar en una repisa del laboratorio por más de 72h.

#### Análisis y resultados (a partir de las observaciones):

Para la formación de los cristales de sulfato de cobre usamos la cristalización, la cual es el proceso en que se forman cristales sólidos a partir de una fase diferente, en este caso con un líquido. Para que funcione se tiene que sobresaturar, que es disolver una sustancia en otra hasta sobrepasar su límite

de solubilidad. En general el proceso fue bastante bien con pocos fallos al mezclar el sulfato de cobre con el agua destilada, logrando un cristal de gran tamaño. Sin embargo, la forma nuestra que tenía algunas impurezas al formarse, así que eso se debería mejorar para la próxima vez asegurándose que la manipulación de los objetos sea muy limpia.

### Respuesta de preguntas:

Para que el resto de los cristales que se forman en la mezcla sobresaturada puedan agruparse en la forma de una "gema"

Influyen la pureza, el tiempo al enfriarse, qué tan saturado está, el tipo de solvente, el pH de la solución, la presencia de impurezas, el grado de sobresaturación, velocidad de enfriamiento.

El tiempo: cuanto más tiempo tenga para formarse un cristal, mejor se formará, más perfectas serán sus caras y más grande será.

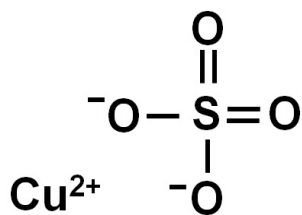
Espacio: cuanto más espacio libre tenga un cristal para desarrollarse, más y mejor crecerá.

El sulfato de cobre se disuelve en agua porque es una sustancia polar (distintas cargas) y por ende suele unirse, con facilidad, a la molécula de agua

El Sulfato de cobre *pentahidratado*, es un compuesto químico de color azul y cambia rápidamente de temperatura al agregarle más agua.

Los cristales de cobre pentahidratados tienen una fórmula pura la cual tiene 5 moles de agua que rodean al sulfato cúprico (CuSO<sub>4</sub>)

Fórmula química:  
 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$



La forma en la que se crean las piedras preciosas es muy parecida a la de los cristales de sulfato de cobre, así ambos empiezan con una materia prima que alterada por la temperatura y presión lleva a que se empiecen a formar las piedras/ cristales (temperatura). Aumenta el punto de saturación del agua y luego se va compactando con tiempo en el caso de las piedras en tierra, Miles de años, en nuestro caso, unos días.

El sulfato de cobre es una sal insoluble de color azul, formada por el anión sulfato y el catión cobre en estado de oxidación +1, de fórmula Cu<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Por otra parte, las aguas naturales son una fuente de aporte de sales, especialmente de bicarbonato de sodio, como también sales de calcio y magnesio entre otras...

El agua tiene sal y si hay dos sales no se formarían bien los cristales porque empezarían competir por los iones, por ende, quedaría con impurezas y con una forma incorrecta.

El agua destilada es aquella sustancia cuya composición se basa en la unidad de moléculas de H<sub>2</sub>O y ha sido purificada o limpiada mediante destilación.

**Conclusiones:**

Con el experimento en el laboratorio aprendimos cómo se forman los cristales de sulfato de cobre

La forma de los cristales depende de la pureza de la solución

Para mejorar el procedimiento se debería realizar con más cuidado al manipular el palo con el hilo y la mezcla del agua destilada y el sulfato de cobre

Por último, se puede deducir que entre más tiempo dejemos el cristal en el agua, más grande se hará

Dudas para discusión o profundización:

---

---

---

---

---

---

---

---

Referencias bibliográficas y cibergrafía :

<https://cursolusegil.blogs.upv.es/2020/04/09/saturacion-y-sobresaturacion-diagrama-de-miers-e-isaac/>

<https://www.ub.edu/talq/es/node/209>

## Muestra Informe de laboratorio, grupo 2



Informe de laboratorio Cristales de sulfato de cobre  
Química grado undécimo

Integrantes: Sara Gómez, Sara Arango, Samuel González, Sebastián Rico, Sofía Zuluaga.




**Objetivo:** Registrar y sistematizar la formación tomada de la práctica de cristales a partir de una solución saturada de sulfato de cobre.

**Marco referencial** (conceptos o teorías que aplicaste)

En el proceso se evidencio un enlace tipo iónico debido a las cargas eléctricas de los átomos de cada elemento.

Debido a la saturación de sulfato de cobre en el agua destilada se empezaron a crear cristales en la superficie y lentamente se comenzó el proceso de enlace para la creación del cristal.

Es importante manejar una alta temperatura en el proceso para lograr aumentar el punto de saturación en el agua destilada.

<i>Dibujo de montaje en 3 pasos</i>		
<i>Paso 1</i>	<i>Paso 2</i>	<i>Paso 3</i>
		

### Descripción del procedimiento:

Para iniciar de una manera responsable y adecuada es necesario que todo el que vaya a manipular los implementos comience lavándose las manos con agua y jabón, también es necesario para hacer uso del sulfato del cobre utilizar guantes.

Para este experimento se necesita un beaker pequeño, uno grande, un calentador o estufa, sulfato de cobre, agua destilada (50ml), hilo de algodón, espuma, papel y un palillo.

Primero se comienza calentando el agua destilada hasta llegar al punto de ebullición, evitando que se evapore, a medida que calienta tenemos que agregar sulfato de cobre en grandes cantidades e ir integrando hasta que el agua se encuentre en un punto de sobresaturación de sulfato. Mientras que se realiza este proceso, otras personas tienen que amarrar un hilo a un cristal grande de sulfato de cobre, el hilo tiene que rodear todo el cristal. La otra punta del hilo se tiene que amarrar al palillo de madera. El palillo tiene que quedar de una manera horizontal y colgando de este, se encontrará el cristal.

Para finalizar hay que crear un sistema de lento enfriamiento con espuma que servirá de (aislante térmico) que rodee el beaker pequeño.

Cuando tengamos el palillo bien amarrado lo colocamos horizontalmente sobre el beaker pequeño, así se conseguirá que la piedra cuelgue dentro de este. Hay que asegurarse que la piedra esté lo más centrada posible, tenemos que evitar que esta toque las paredes del beaker. Cuando ya la tengamos bien acomodada se introduce el agua que anteriormente haya llegado a la sobresaturación. Hay que pasarla de inmediato al beaker pequeño el cual se encuentra dentro de la espuma, hasta que el agua cubra todo el cristal. Apenas el sulfato esté completamente cubierto ponemos un pedacito pequeño de papel para que cubra el beaker.

Por último, lo dejamos en un lugar alejado para que nadie lo manipule y fuera de la luz del sol. Para ver el resultado tenemos que esperar mínimo 72 horas.

### **Análisis y resultados** (a partir de las observaciones):

El resultado fue muy impresionante ya que antes de hacerlo no teníamos idea de que intensidad iba a ser el color de la piedra, tampoco sabíamos que tamaño iba a tener y esto hizo que fuera una actividad muy interesante y entretenida.

Según lo observado, se deja evidenciado la fluidez que tuvimos y el buen manejo de implementos, debido a la forma que tuvo el cristal. Si hubiéramos tenido un mal manejo, el cristal tendría una forma un poco abstracta y con ciertos cristales salidos, pero como tuvimos un buen manejo, nuestro cristal tiene una forma más "adecuada" y con pocos cristales por fuera. Se puede concluir que hubo una buena manipulación por parte de todos nosotros.

La piedra quedó con una textura casi totalmente lisa

### **Respuesta de preguntas:**

R #1: Para que sirva como una guía para que los cristales chiquitos puedan realizar sus enlaces con facilidad.

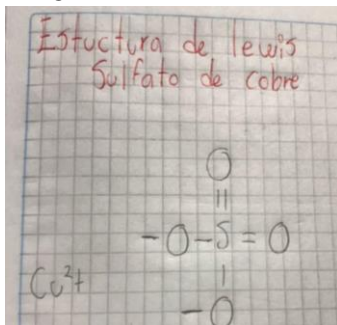
R #2: Más que todo su manipulación inadecuada (se contamina mucho el cristal), que tan saturada estaba la mezcla y cuánto tiempo se dejó reposar.

R #3:

R #4: El sulfato de cobre(II) pentahidratado o sulfato cúprico pentahidratado es el producto de la reacción química entre el sulfato de cobre (II) anhidro y agua.

Su fórmula química:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

R #5:



R #6: Este experimento se relaciona con la creación de piedras preciosas, ya que para que esta se forme en la naturaleza necesita enlazarse con otros elementos que se encuentran en la tierra, necesita una temperatura específica y requiere un ambiente adecuado, esto obviamente varía dependiendo de la piedra que se formara y de muchos factores más. Nosotros con este experimento nos dimos cuenta

que para que una piedra preciosa se forme de ciertas maneras, necesita una cantidad de factores que tienen que ser muy precisos.

7#: Se necesita agua destilada ya que de cierta manera es “menos contaminada” que el agua normal, si se usara agua normal, el cristal no se enlazaría bien o sería más deforme de lo esperado.

### **Conclusiones:**

Cuando aparecen cristales pequeños en la superficie del líquido caliente, significa que la solución se ha saturado.

A medida que la temperatura baja, la solubilidad del sulfato de cobre disminuye, la sal se precipita y empezaran a crecer cristales.

Si la solución se enfría muy rápido los cristales que se formarán serán pequeños y amorfos.

La mejor manera para que se enfríe más lentamente el recipiente, en este caso el (Beaker) es en un molde de espuma, que actuará como aislante térmico.

Es necesario un cristal de sulfato de cobre un poco más grande para que sirva como adherente para los demás cristales pequeños y así se formará la piedra final con más facilidad.

Dudas para discusión o profundización:

¿Qué pasaría si dejamos nuestra piedra más de las 72 horas? ¿Se agrandaría?

¿Si usamos otro tipo de sulfato, tendríamos el mismo resultado?

¿Que se necesitaría para que la piedra final quede de otro color diferente al azul?

¿Qué tipo de reacciones se dan entre el sulfato de cobre y un metal?

¿Qué pasaría si dejamos que la temperatura baje rápidamente? ¿Aun así se formaría el cristal?

Referencias bibliográficas y cibergrafía :

[https://es.wikipedia.org › wiki › Sulfato de cobre\(II\) pe..](https://es.wikipedia.org/wiki/Sulfato_de_cobre(II)_pe..)

<https://mexico.pochteca.net>

**Instrumento 1 / Muestra 1 / Pág. 1**

Leila C. Suñe  
Tomás Ortiz Mejía  
Sofía Arcila



**Colegio Colombo Francés**  
la maison du soleil

Colegio Colombo Francés Química undécimo

**Protocolo de observación** "Salida a la quebrada la saladita"

**Objetivo:** recolección de muestras de rocas, descripción y clasificación

**Actividad:** En grupos de 3 personas se desarrollará la guía buscando el consenso y haciendo descripciones detalladas de lo preguntado en los puntos.

1) Escribe en tus palabras según lo observado buscando responder las siguientes preguntas

Pregunta	Tu respuesta
¿Qué es una piedra?	La piedra es un fragmento más pequeño que la roca. Tiene minerales, es sólida, esta se puede transformar y cuando recibe una presión muy alta, se pueden reacomodar en formas geométricas y formar así las piedras preciosas
¿Cuál es el origen de las piedras?	Las piedras provienen de las rocas y las rocas son las que conformaron la corteza terrestre. En un principio las piedras fueron rocas, pero estas se fragmentaron.
¿Cómo se podría clasificar las piedras?	Sedimentaria → plegadas/fracturadas: se forman a partir de Igneas → volcánicas: se forman por la solidificación de un magma metamórfica → cambian de forma: se forman a partir de otras rocas sometidas a altas presiones y temperaturas, sin llegar a fundir.
De qué están compuestas las piedras?	Están formadas por minerales y estos por elementos químicos. Los 8 más abundantes son: oxígeno, silicio, mercurio, hierro, calcio, sodio, potasio y magnesio. La piedra puede referirse tanto a roca como a mineral. Mineral: piedra preciosa, piedra lunar, piedra de sol






roca a nide  
espectro  
metálico

de acentam  
ento  
magma

Rocas: piedra pómez, ornamental, piedra biselada

## Instrumento 1 / Muestra 1 / Pág. 2

2) Elige 5 rocas que te llamen la atención de un tamaño moderado describelas y dibújalas

PIEDRA # (DIBUJO a color o foto)	DESCRIPCIÓN DETALLADA (ten en cuenta; brillo, color, textura, se deja rayar con la uña, forma, ángulos etc.)
<p>#1.</p> 	<p>Es de un color verde oscuro, tiene una forma cuadrada pero sin mucha profundidad. Sus puntas no son muy afiladas, pero si son más afiladas que la piedra 2, el color es muy uniforme.</p>
<p>#2.</p> 	<p>Es una piedra con poco brillo y una textura arenosa, ésta se raya con mucha facilidad. Tiene una forma piramidal pero un poco más circular, es de un color blanco grisáceo se ve pulida.</p>
<p>#3.</p> 	<p>Es de un color más oscuro, muy similar a el color de Piedra 1, y también su forma, ésta es la más afilada de todas, tiene una textura lisa en sus caras y es muy fuerte</p>
<p>#4.</p> 	<p>La piedra es de color blanco, tiene algunas partes más cristalinas, es brillante, tiene una textura rugosa, no se deja rayar con las uñas, tiene una forma entre triangular y cuadrada, tiene unos pequeños cristales</p>
<p>#5.</p> 	<p>La piedra es gris con manchas más oscuras, es opaca, tiene una textura rugosa y áspera, no se puede rayar con la uña, su forma es entre rectangular y triangular, no tiene casi ángulos.</p>

no es fácil de rayar

alargados

Tomás Ortiz  
Lara  
Sofía Arcila

# Preguntas

Lluvia de preguntas sobre lo observado en relación a las piedras, rocas y gemas encontradas.

- ① ¿Qué elemento le da el color a cada piedra?
- ② En unos años, ¿qué piedra de las que tenemos sería la más probable en convertirse en una piedra preciosa?
- ③ ¿Qué piedra es la más pura?
- ④ Si las piedras provienen de una roca fragmentada, de qué tipo (Sedimentaria, Ígnea, metamórfica) es cada una?
- ⑤ ¿Qué es lo que hace que haya piedras que bajo el microscopio se vean más redondas o cuadradas?
- ⑥ ¿Cuál es la piedra más vieja o nueva y cómo podríamos comprobar esto?
- ⑦ ¿Podríamos crear algunas de estas piedras en el laboratorio?
- ⑧ ¿Qué hace que en una piedra se comiencen a formar cristales alargados? (piedra #4)
- ⑨ La piedra #4 es posible que en unos años se convierta en una piedra preciosa?
- ⑩ ¿Qué hace que la calcita sea de un color tan blanco/gris claro?
- ⑪ ¿Dependiendo de algún elemento, la piedra puede convertirse en una piedra preciosa?
- ⑫ ¿Cada piedra qué uso tiene?

Sofia Zuluaga, Sara Arango y Sebastian Pico



Colegio Colombo Francés  
la maison du soleil

Colegio Colombo Francés Química undécimo

Protocolo de observación "Salida a la quebrada la saladita"

Objetivo: recolección de muestras de rocas, descripción y clasificación

Actividad: En grupos de 3 personas se desarrollará la guía buscando el consenso y haciendo descripciones detalladas de lo preguntado en los puntos.

- 1) Escribe en tus palabras según lo observado buscando responder las siguientes preguntas




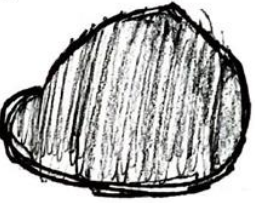

Pregunta	Tu respuesta
¿Qué es una piedra?:	Es un material mineral duro sin forma determinada, generalmente de tamaño medio o pequeño. Es una sustancia compacta y natural. No se dañan por el paso del tiempo y son duras.
¿Cuál es el origen de las piedras?	Las piedras Proviene de las rocas
¿Cómo se podría clasificar las piedras?	Por su tamaño, su color, su textura, peso, su material.
De qué están compuestas las piedras?	están compuestas por materiales minerales, y materiales homogéneos. (compactos)

Valoración: Azul

Instrumento 2 / Muestra 2 / Pág. 2

Sara Arango, Dora Zubirya y Cecilia Fico

2) Elige 5 rocas que te llamen la atención de un tamaño moderado descríbelas y dibújalas

PIEDRA # (DIBUJO a color o foto)	DESCRIPCIÓN DETALLADA (ten en cuenta; brillo, color, textura, se deja rayar con la uña, forma, ángulos etc.)
<p>#1.</p> 	<p>Brilla color hueso casi transparente, tiene vetas amarillas, tiene una textura suave y rugosa no se puede rayar con la uña, tiene forma irregular, tiene una cara plana y otra circular y puntuda. (es la menos pesada)</p>
<p>#2.</p> 	<p>No brilla, tiene un color gris oscuro con un poco de gris claro y vetas naranjas, es lisa, se raya con la uña. es irregular y un poco rectangular, ángulo plano y puntiagudo.</p>
<p>#3.</p> 	<p>No brilla, blanco hueso, tiene una textura lisa, no se deja rayar con la uña, tiene una forma ovalada, tiene caras redondas. (Es la mas pesada)</p>
<p>#4.</p> 	<p>No brilla, tiene color hueso, naranja, negro, verde y azul. tien destellos en las partes negras, es rugosa, no se raya con la uña, tiene forma irregular con cara plana y otra ovalada. Es la piedra mas grande pero no la mas pesada</p>
<p>#5.</p> 	<p>Es la piedra mas pequeña de todas, NO brilla, NO se raya, tiene un color cafe claro con cafe oscuro y beige, es lisa, tiene forma irregular y tiene cara plana y otra rectangular.</p>

# Instrumento 2 / Muestra 1

Protocolo de observación Laboratorio mineralogía  
Química Undécimo



Fecha: 22/02/2022

Integrantes: Sofia A  
Tomás O  
Laia

Objetivo: Registrar de manera detallada las observaciones realizadas por el estereoscopio

**Marco teórico referencial Escala de Mohs:**

- |             |            |              |
|-------------|------------|--------------|
| 1. Talco    | 5. Apatito | 9. Corindón  |
| 2. Yeso     | 6. Ortosa  | 10. Diamante |
| 3. Calcita  | 7. Cuarzo  |              |
| 4. Fluorita | 8. Topacio |              |

Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas: - Un mineral tiene dureza 1 si tizna el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2). - Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja (H ~ 5) o por un vidrio de ventana (H ~ 5.5). - Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio. - Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo. (tomado de manual de mineralogía UCM)

Piedra #	Descripción general	Dureza relativa (Mohs)	Particularidades
#1	Blanca veteadada con naranja, sus cristales son de forma botoidal y es un poco cristalino	Tiene una dureza aprox de 6	
#2	Blanca con puntos negros, con una textura rugosa y unos cristales fibrosos	Tiene una dureza de 1 porque se puede rayar con la uña	

# Instrumento 3 / Muestra 1



Guía de laboratorio Piedras preciosas:

Química Undécimo

Fecha: 22/02/2022

Integrantes: Bruno Sofia A Lala

**Objetivo:** Visualizar con mayor claridad las características de las piedras recolectadas a partir del estereoscopio a partir de la guía de laboratorio, escala de Mohs y material de apoyo audiovisual de contraste.

**Marco teórico:** MINERALOGÍA I 2º LG Guión de prácticas Guión elaborado por: Dpto. Cristalografía y Mineralogía – UCM

**Video:** ¿Cómo se ven los minerales bajo el microscopio ? #1 - Foro de minerales  
<https://www.youtube.com/watch?v=NuxJZR8POPA>

### Procedimiento:

1. Tomar cada muestra (piedra) y hacer uso del estereoscopio o microscopio observar por cada lado y tomar nota en el cuaderno (uno por persona)
2. Con cada muestra de piedra :

- a. ¿Raya el papel ? dureza (0-1.5)
- b. ¿Raya la tiza ? dureza (1.7-4)
- c. ¿La moneda raya la piedra? dureza( 5-7)
- d. Cuarzo raya la piedra (7.5- a 9)

Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas: - Un mineral tiene dureza 1 si tiza el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2). - Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja (H ~ 5) o por un vidrio de ventana (H ~ 5.5). - Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio. - Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo. Escribir según corresponda la escala anterior y describir particularidades de cada piedra.

3. Escribe las preguntas que te surjan durante la observación

a. ¿Qué define la textura de las piedras?

¿Por qué hay piedras que tienen una dureza mayor o menor?

Las piedras con formas geométricas en unos años se van a convertir en piedras preciosas?

b. ¿Cómo podemos crear una piedra preciosa?

A qué temperatura se puede derivar cada piedra?

## Instrumento 1 / Muestra 2



3. Lluvia de preguntas: Construye en grupo a partir del consenso preguntas sobre lo observado en relación a las piedras, rocas y gemas encontradas.

Preguntas:

1. ¿Por qué en algunas ocasiones se presenta que aunque una piedra sea más grande que otra, la pequeña puede llegar a ser más pesada?
2. ¿Cuál es la diferencia entre una piedra común y una piedra preciosa?
3. ¿A qué se debe la variedad de formas en las piedras?
4. ¿Cuál es la diferencia de colores en las piedras?
5. ¿Una piedra se desmenuza? Si sí, ¿al cuánto tiempo sucede?

**Nota:** Recuerda mantener tus rocas a la mano para observarlas en el microscopio

# Instrumento 2 / Muestra 2 / Pág. 1

Protocolo de observación Laboratorio mineralogía  
Química Undécimo



Fecha: 22 febrero 2022

Integrantes: Sara Arango, Sofia Zuloaga y Sebastian Pico M.

Objetivo: Registrar de manera detallada las observaciones realizadas por el estereoscopio

**Marco teórico referencial Escala de Mohs:**

- |             |            |              |
|-------------|------------|--------------|
| 1. Talco    | 5. Apatito | 9. Corindón  |
| 2. Yeso     | 6. Ortosa  | 10. Diamante |
| 3. Calcita  | 7. Cuarzo  |              |
| 4. Fluorita | 8. Topacio |              |

Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas: - Un mineral tiene dureza 1 si tizna el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2). - Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja (H ~ 5) o por un vidrio de ventana (H ~ 5.5). - Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio. - Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo. (tomado de manual de mineralogía UCM)

Piedra #	Descripción general	Dureza relativa (Mohs)	Particularidades
#1	Color verdoso con betas negras y destellos dorados	5	Textura porosa y forma irregular
#2	Piedra gris con color blanco hueso y amarillo mostaza.	5	Textura porosa y forma irregular

#3 Color huesa de forma irregular con betas cafés y musgo	5	Es porosa, aspera y rugosa
--	---	----------------------------------

Observaciones Generales:

---

---

---

---

---

## Instrumento 3 / Muestra 2

Guía de laboratorio Piedras preciosas:  
Química Undécimo



Colegio Colombo Francés  
la maison du soleil



Fecha:

Integrantes: Sara Arango Orozco, Sofia Zuluaga  
Lora y Sebastian Eico Martinez

**Objetivo:** Visualizar con mayor claridad las características de las piedras recolectadas a partir del estereoscopio a partir de la guía de laboratorio, escala de Mohs y material de apoyo audiovisual de contraste.

**Marco teórico:** MINERALOGÍA I 2º LG Guión de prácticas Guión elaborado por: Dpto. Cristalografía y Mineralogía – UCM

**Video:** ¿Cómo se ven los minerales bajo el microscopio ? #1 - Foro de minerales  
<https://www.youtube.com/watch?v=NuxJZR8P0PA>

### Procedimiento:

1. Tomar cada muestra (piedra) y hacer uso del estereoscopio o microscopio observar por cada lado y tomar nota en el cuaderno (uno por persona)

2. Con cada muestra de piedra :

- a. ¿Raya el papel ? dureza (0-1.5)
- b. ¿Raya la tiza ? dureza (1.7-4)
- c. ¿La moneda raya la piedra?  
dureza (5-7)
- d. Cuarzo raya la piedra (7.5- a 9)

Para establecer la dureza de un mineral con cierta aproximación se pueden aplicar las siguientes reglas sencillas: - Un mineral tiene dureza 1 si tiza el papel o si es rayado por la uña (la uña tiene dureza aproximadamente igual a 2). - Un mineral tiene dureza inferior a 5 si es rayado por la navaja (H ~ 5) o por un vidrio de ventana (H ~ 5.5). - Un mineral tiene dureza mayor que 6 si raya al vidrio. - Un mineral tiene dureza mayor que 7 si raya al cuarzo; Escribir según corresponda la escala anterior y describir particularidades de cada piedra.

3. Escribe las preguntas que te surjan durante la observación

a. ¿Por qué una piedra es más pequeña que otra más grande, pero  
pesa más?

b. ¿Qué define el color de una piedra?

Instrumento 4 / Muestra 1

Guía de construcción de la piedra preciosa teórica

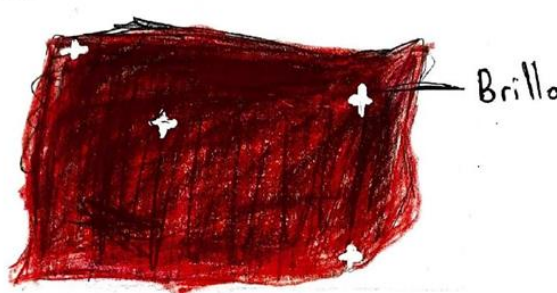
Colegio colombo francés

grado undécimo

Tú Nombre: Laila Camilla Suárez M

Fecha: 01/03/2022

Nombre de la piedra preciosa: Feydarita  
 dibuja cómo crees que se vería



Estructura de Lewis:  $\begin{matrix} \text{Hg} & & \text{Hg} \\ \cdot & & \cdot \\ \text{O} & \text{S} & \text{O} \\ \cdot & & \cdot \\ & & \cdot \\ & & \text{O} \\ & & \cdot \\ & & \text{Ni} \end{matrix}$       Hibridación y forma geométrica: Triángulo  
 Composición (fórmula química): Hg<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>(Ni)      Trigonal

Forma	Cúbica
Hábito	Compacto, prismático, tabular y romboédrico
Color	Rojo opaco con partes grises
Dureza	2.5 - 3
Exfoliación	Prismática, perfecta
Forma	Cúbica

Características de formación:  
Se forma junto a rocas volcánicas y fuentes cálidas, el color es causado por el azufre con los átomos de Mercurio y los átomos de níquel que se filtran en la estructura.

# Instrumento 4 / Muestra 2

Guía de construcción de la piedra preciosa teórica  
 Colegio colombo francés  
 grado undécimo  
 Tú Nombre: Sofía Arcila Arboleda  
 Fecha: 09/03/2022

Nombre de la piedra preciosa: peridoto

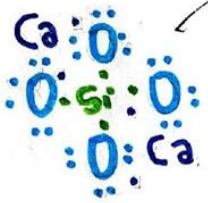

dibuja cómo crees que se vería

Ca = val 82  
 #oxi = +2

Si = val = 14  
 #oxi = +4

O = val = 6  
 #oxi = -2

colores CPK  
 Ca = verde oscuro  
 O = rojo

Estructura de Lewis:  $Mg_2 SiO_4$   
 $Ca_2 SiO_4$

Composición (fórmula química):

Hibridación y forma geométrica:  
 Si  $sp^3$   $1s^2, 2s^2, 3s^2, 2p^6, 4s^2$   
 O  $sp^3$   $1s^2, 2s^2, 3s^2, 2p^2$   
 Ca  $sp^3$   $1s^2, 2s^2, 3s^2, 2p^6, 4s^2, 3p^6$

Entre  $sp^3$

Forma interna	Hexagonal
Hábito	Granular
Color	Verde (combinación entre verde, rojo, plateado)
Dureza	6.5 - 7.0
Exfoliación	Si tiene, muy poca
Forma externa	Enéágono

Características de formación: El silicio le comparte a cada oxígeno un electrón y cada calcio entrega 2 electrones, uno para cada oxígeno y son 4 oxígenos y 2 calcio. Los elementos se acomodan formando un hexágono. El magnesio es remplazado por el calcio aportando un color rojo y tiene una igual valencia y número de oxidación al magnesio. Originalmente esta piedra es verde, pero el calcio le aporta un color plateado.



# Instrumento 4 / Muestra 4

Guía de construcción de la piedra preciosa teórica

Colegio colombo francés

grado undécimo

Tú Nombre: Samuel González

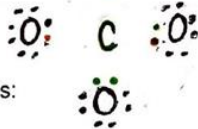
Fecha: 10/03/22

Nombre de la piedra preciosa: Guarachita

dibuja cómo crees que se vería



Mg



Estructura de Lewis:

Hibridación y forma geométrica: sp

Composición (fórmula química):



MgCO<sub>3</sub>

$1s^2 2s^2 2p^2$   
 $1s^2 2s^2 2p^4$

Forma	Romboedro
Hábito	Lisa, tabular o laminada
Color	Color perlado, plateado azulado
Dureza	2.5 - 4.5
Exfoliación	No presenta
Forma	Circular
Características de formación:	
Tiene una formación ígnea	

# Instrumento 4 / Muestra 5

Guía de construcción de la piedra preciosa teórica

Colegio colombo francés

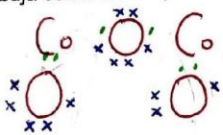
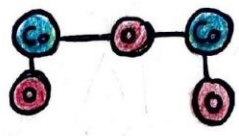

grado undécimo

Tú Nombre: Andrés Santacruz Leiton

Fecha: 16/03/2022

Nombre de la piedra preciosa: Ambar dria hta

dibuja cómo crees que se vería

Estructura de Lewis:

Hibridación y forma geométrica:

Composición (fórmula química):

$(C_1 O_2 O_3^{-2})^0$

Hibridación = SP

Forma	Idiomorfos (euhedrales)
Hábito	Cristales tabulares, laminares, Cubicos
Color	Verde-rojizo
Dureza	9,5 en la escala de Mohs
Exfoliación	Lisa (no presenta exfoliación)
Forma	Octaedro
Características de formación:	
Su hábito tiende a cambiar debido a su forma octaedra e idiomórfica, el color claro es generado por iones de Aluminio en partes de su estructura, piedra magmática generada por presión y temperatura (e ignea)	

Instrumento 5 / Muestra 1

Infografía de aprendizajes  
Grado Undécimo  
Química, Colegio colombo francés

Nombre: Sara Gómez Villado

Elabora un infograma que incluya: título (el nombre que le das a lo que aprendiste); encabezado (descripción general de lo que aprendiste en una línea), texto (ideas, ejemplos, datos, palabras, clave, ampliación de conceptos o teorías que aprendiste) cuerpo (Imagen central que referencie lo aprendido), fuente (de donde tomaste información) y imágenes auxiliares (gráficas, o datos o gráficas que sustentan la principal)

# Formación de Piedras Preciosas

## ¿Qué son las Piedras Preciosas?

\*Es una roca, mineral, vidrio o producto orgánico de origen natural, que al ser cortado o pulido se puede usar en la confección de joyas u objetos artísticos.

## ¿Por qué se forman las piedras preciosas?

\*De el magma (rocas fundidas del interior de la tierra) salen las rocas, estas al acomodarse en el terreno cambian su forma dependiendo de la presión y la temperatura. Adaptan formas geométricas y así se velven **Piedras preciosas.**

## Datos curiosos

\*Las piedras se clasifican por color, antigüedad, rareza, calidad, pureza y dureza.

\*Hay dos tipos de clasificaciones:

Las preciosas:  
Diamante  
Zafiro  
Esmeralda  
Rubi

Semipreciosas:  
Amatista  
Ambar  
Cuarzo  
Citrino

\*Las piedras preciosas pueden ser silicatos u óxidos a excepción del **Diamante**

Sara Gómez 11

Instrumento 5 / Muestra 2

Nombre: Sofía Arceña Arboleda

Elabora un infograma que incluya: título (el nombre que le das a lo que aprendiste); encabezado (descripción general de lo que aprendiste en una línea), texto (ideas, ejemplos, datos, palabras, clave, ampliación de conceptos o teorías que aprendiste) cuerpo (imagen central que referencia lo aprendido), fuente (de donde tomaste información) y imágenes auxiliares (gráficas, o datos o gráficas que sustentan la principal)

# Piedras Preciosas

magma - mineral fundido que se transforma  
**Rocas** cambian de forma y al estar  
 con tanta presión y a unas  
 temperaturas se acomodan  
 en formas geométricas y así  
 se comienzan a crear las piedras  
 preciosas.

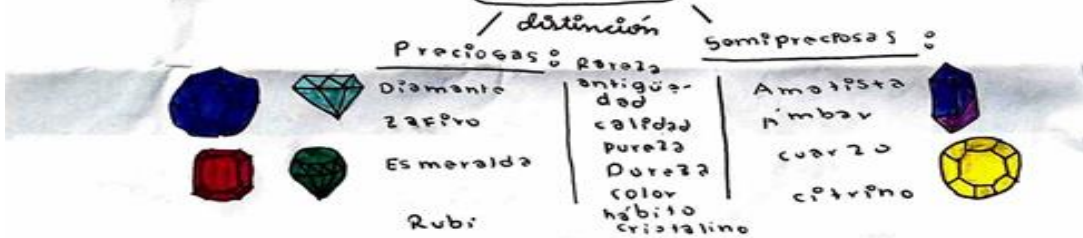
Piedra  
 Fragmento de roca



Qué  
 i son?

Es una pieza de cristal mineral,  
 la mayoría de las piedras  
 preciosas son duras, pero algunos  
 son blandos.

## clasificación



- Forma**: Circular, hexagonal, cúbico, prismas
- Hábito**: Cristales alargados como agujas, tabular, fibroso, granular, laminar, radial
- Color**: Dependiendo del material va a tener el color
- Dureza**: Se pueden rayar las piedras con diferentes objetos.

\* Pueden ser silicatos u óxidos a excepción del diamante que es carbono.

**Diamante**: Debido a su estructura molecular geométrica son diamantes  
 $C$   
 dureza: 10  
 → Solo se puede rayar con otro diamante.

**Amatista**: Dióxido de silicio  
 $SiO_2$   
 dureza: 7.0



**Opalo**: ES un silicato en donde en su estructura molecular se metieron gotitas de agua.  
 $SiO_2 \cdot nH_2O$   
 El color varía dependiendo de su cantidad de agua.  
 Dureza: 5.5-6.0