

**LA ENSEÑANZA DE REACCIONES DE ÓXIDO REDUCCIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO
A TRAVÉS DE LA ORFEBRERÍA Y DE CONOCIMIENTOS ANCESTRALES: UN ENFOQUE INTEGRADOR
PARA LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA**

Presentado por:

Carlos Eduardo Ávila León

Código 2020115004

Trabajo de grado para optar por el título de:

LICENCIADO EN QUÍMICA

Directora:

Sandra Ximena Ibáñez Córdoba

Grupo de investigación

Biología, Enseñanza y Realidades (BER)

Línea de investigación:

Enseñanza de las ciencias Naturales, ambiente y ciudadanías

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

LICENCIATURA EN QUÍMICA

Bogotá. D.C.

2025

Agradecimientos

Agradezco profundamente a Dios por brindarme la fortaleza, la claridad y la oportunidad de llegar hasta este momento. A mi mamá, por su amor infinito, su apoyo incondicional y por ser siempre mi mayor inspiración; y a mi papá, por su esfuerzo constante, sus palabras de ánimo y por enseñarme a perseverar en cada desafío; A mi directora, le doy las gracias por su guía constante, su paciencia y su dedicación para orientarme en este proceso; Extiendo mi agradecimiento al Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento, por abrirme sus puertas y permitir el desarrollo de esta investigación, así como por el compromiso y disposición de su comunidad educativa; a los evaluadores, por sus valiosos aportes, su tiempo y por contribuir al fortalecimiento de este trabajo. Finalmente, a todos los que hicieron posible este trabajo, gracias por acompañarme hoy y por ser parte de este logro tan significativo para mi formación académica y personal.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

INTRODUCCIÓN	6
1. JUSTIFICACIÓN	8
2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1 Conocimiento ancestral el primer camino para cuestiones socio científicas.....	10
2.2 El arte ancestral de la orfebrería en la educación científica	11
2.3 Aprendizaje basado en proyectos.....	12
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	13
3.1 Proceso de diseño de una joya o pieza metálica en el trabajo orfebre.....	13
3.2 Modelación de la pieza metálica por medio del arte y la ciencia	14
3.3 Proceso histórico - epistemológico de la fundición entre el conocimiento ancestral y científico	15
3.4 Acabado y montaje de una pieza metálica en la orfebrería	15
3.5 Purificación de metales base para las reacciones químicas.....	16
3.6 Recolección y análisis de muestras de suelo como base experimental	17
3.7 Relación entre la pureza del agua y los procesos redox	18
3.8 Conocimiento ancestral, un arte que llevamos en la ciencia.....	19
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	20
5. OBJETIVOS.....	22
5.1 Objetivo general	22
5.2 Objetivos específicos.....	22
6. METODOLOGÍA.....	23
6.1 Enfoque de la investigación	23
6.2 Tipo y diseño de investigación	23
6.4 Fases de la investigación	24
6.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información	24
6.6 Consideraciones éticas	30
7.RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	31
7.1 Fase I/Etapa inicial: Prueba diagnóstica	31
Fase 2 actividades.....	41
7.2 “Suelos, minerales y piedras preciosas: conocimiento ancestral Muisca y procesos de oxidación”	41

7.3 Actividad “El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental”	43
7.4 Práctica de laboratorio: Textura y composición de un suelo	45
7.5 Reacciones químicas y balanceo redox	47
7.6 “Explorando la Flora”	49
Fase 3/ laboratorios y relación ciencia y conocimiento ancestral por estudiantes	50
7.7 “Práctica de laboratorio con hojas de guarumo”	50
7.8 “Práctica de laboratorio – electrodeposición y creación de pomada con guarumo”	54
7.9 Exposiciones de relación entre ciencia y conocimiento ancestral	59
8. Fase 4/ Prueba de cierre	61
9. CONCLUSIONES	72
10. RECOMENDACIONES	74
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
12. ANEXOS	78
Anexo1.	78
<i>Prueba de entrada</i>	78
Anexo 2	84
<i>Presentación de diapositivas de Suelos, minerales y piedras preciosas saber ancestral muisca y procesos de oxidación</i>	84
Anexo 3	87
<i>solución a la actividad de Suelos, minerales y piedras preciosas saber ancestral muisca y procesos de oxidación</i>	87
Anexo 4	88
<i>Diapositivas “El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental”</i>	88
Anexo 5	91
<i>Solución de la actividad de “El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental”</i>	91
Anexo 6	92
<i>Práctica de laboratorio de suelos</i>	92
Anexo 7	95
<i>Informe de uno de los grupos de estudiantes</i>	95
Anexo 8	99
<i>Diapositivas reacciones químicas y balanceo redox</i>	99
Anexo 9	103
<i>Solución de la guía descubre el animal</i>	103

Anexo 10	106
<i>Diapositivas explorando la flora</i>	106
Anexo 11	109
<i>Solución de la actividad explorando la flora por algunos estudiantes</i>	109
Anexo 12	110
<i>Laboratorio hojas de Guarumo</i>	110
Anexo 13	112
<i>informe de un grupo de estudiantes del laboratorio de identificación de compuestos en hojas de Guarumo</i>	112
Anexo 14	121
<i>Laboratorio de electrodeposición</i>	121
Anexo15	126
<i>Informe de un grupo de estudiantes en la práctica de electrodeposición y la pomada de Yarumo</i>	126
Anexo 16	133
<i>Exposición de la diosa Chía</i>	133
Anexo 17	135
<i>Diapositivas de estudiantes sobre el alambre y mito del jaguar</i>	135
Anexo 18	136
<i>Diapositivas del cobre y el mito del bujo por estudiantes</i>	136
Anexo 19	137
<i>Prueba de cierre</i>	137

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta un estudio integral que aborda la enseñanza de las reacciones redox, la investigación propone una alternativa pedagógica que se centra en el proceso de la enseñanza de las reacciones de óxido-reducción a través de conocimientos ancestrales de la orfebrería Muisca, como una forma de reconocer la riqueza cultural, histórica y científica del territorio colombiano y de promover aprendizajes más críticos y reflexivos en estudiantes de undécimo, curso 1101, de la Institución Educativa Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento en Bogotá.

La estructura del trabajo se organiza en varias secciones fundamentales, en la justificación para la relevancia de vincular la química con conocimientos ancestrales, sigue con los antecedentes y fundamentos teóricos que sustentan la investigación, luego se describen los objetivos y metodología empleada, basada en el aprendizaje por proyectos (ABP), después se presentan los resultados y análisis obtenidos a partir de las actividades desarrolladas, prácticas de laboratorio y exposiciones estudiantiles, para finalmente ofrecer conclusiones y recomendaciones que orientan futuras investigaciones y practicas educativas; esta organización permite comprender de manera clara y coherente como la integración del conocimiento científico y cultural puede enriquecer el aprendizaje de la química en contextos escolares.

La enseñanza de la química ha experimentado varias transformaciones con el paso del tiempo, con el objetivo de hacerla más accesible y significativa para los estudiantes, sin embargo, uno de los retos en la educación científica es encontrar métodos que conecten la teoría abstracta aquella que se explica desde fórmulas, leyes o modelos simbólicos y lenguaje técnico con la experiencia práctica a partir de su entorno o experiencia cotidiana y cultural; en este contexto el uso de conocimientos ancestrales, especialmente aquellos relacionados con la orfebrería, surge en esta investigación como una estrategia educativa, capaz de combinar los principios científicos de reacciones químicas de óxido – reducción en metales, con prácticas tradicionales como la limpieza de los metales a través de plantas como el Yarumo, creando un puente entre la química y el conocimiento ancestral que permite unir la racionalidad con el conocimiento cultural, para que la enseñanza no se limite a la teoría, sino que se convierta en una experiencia viva, significativa y situada, por lo que se requiere conectar el conocimiento químico con las prácticas culturales y tradicionales de diversas comunidades indígenas colombianas, resaltando en este trabajo los procesos metalúrgicos de los Muisca.

El enseñar química demanda por ejemplo, la correcta escritura y balanceo de ecuaciones, la aplicación de fórmulas y el reconocimiento de estructuras; estos procedimientos muchas veces los estudiantes no los relacionan con su cotidianidad por lo que las ciencias son percibidas como lejanas de la realidad, sin embargo es necesario hacer que estas miradas cambien evidenciando que la química está en nuestra vida cotidiana y que el conocimiento ancestral también hace parte de nosotros, que no solo está en nuestros genes sino en diferentes técnicas como las de la orfebrería que han llevado a la creación de joyas y a la utilización de herramientas metálicas, que además de ser manifestaciones artísticas, también son procesos que brindaron a la humanidad un conjunto de conocimientos que han permitido el avance de la ciencia, de ahí que este trabajo de investigación reconozca el conocimiento ancestral, ya que a través de este se puede explicar por ejemplo, la transformación de los materiales, en este caso los metales y las reacciones que estos presentan desde su fundición hasta su oxidación, proceso que permite explicar las reacciones redox.

En este trabajo, se lograron establecer relaciones significativas entre la química y el conocimiento ancestral a partir de prácticas experimentales contextualizadas, reconociendo el uso de la planta de Yarumo (*Cecropia telenitida*) en las técnicas tradicionales de orfebrería Muisca, este proceso permitió que la enseñanza de la química, en particular de las reacciones redox, trascendiera la mirada tradicional centrada en la memorización de fórmulas, para convertirse en una experiencia significativa que articulo el conocimiento científico con los conocimientos de nuestros antepasados indígenas. Desde un enfoque de aprendizaje basado en proyectos (ABP), se logró reconocer los procedimientos de la orfebrería como una oportunidad pedagógica para la enseñanza de la química en el contexto escolar, fomentando en los estudiantes una comprensión más profunda de los procesos redox y una valoración de la cultura ancestral como parte del aprendizaje científico.

Por consiguiente, esta investigación se generó desde la convicción de que aprender no es simplemente memorizar conceptos sin saber aplicarlos, sino relacionarlos con la vida cotidiana por medio de elementos históricos, en este caso los procesos de orfebrería de los Muisca vinculados con la química como la fundición, aleaciones, purificación, limpieza de metales y sus cambios físicos. Lo que generó en los estudiantes de la Institución Educativa Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento de grado undécimo, una integración entre conocimientos científicos, tradicionales y ancestrales, los cuales fueron objeto de estudio dentro del trabajo, esta articulación favoreció la comprensión de las reacciones químicas y el balanceo de ecuaciones, despertando un interés en los estudiantes de tal manera que se contribuyó a una educación más crítica y contextualizada.

1. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de la química en la educación media en Colombia ha presentado diversos retos a lo largo del tiempo, especialmente cuando se privilegia la transmisión de conceptos teóricos, que constituyen solo una tipología de conceptos dentro del aprendizaje científico, pero que se suelen enseñarse sin vinculación al contexto, esta descontextualización suele generar desinterés en los estudiantes, quienes llegan a percibir procedimientos químicos, como las reacciones redox, como actividades mecánicas. No es que el lenguaje químico sea memorístico; por el contrario, constituye un sistema de representación y abstracción de orden superior propio de la disciplina. El problema radica en la forma tradicional de enseñanza, que reduce estos procesos a formulas y algoritmos centrados únicamente en reactivos y productos, sin recuperar el sentido del fenómeno que modelan. Esto termina privilegiando la memorización y perpetuando un enfoque tradicional que impide que los estudiantes relacionen la química con su entorno y sus experiencias cotidianas, lo que provoca que muchos consideren que este conocimiento no tiene utilidad para su vida. Para formar una sociedad crítica, es necesario cuestionar el propósito de la enseñanza y buscar caminos alternativos que acerquen la química al contexto cultural, social y cotidiano de los estudiantes.

La presente investigación propuso una forma distinta de enseñar química, en particular el tema de reacciones redox, relacionándolo con los procedimientos de la orfebrería Muisca, permitiendo a los estudiantes de grado undécimo aprender desde el conocimiento ancestral; esta articulación contribuye no solo a una comprensión más profunda y contextualizada de la química, sino también a una resignificación de conocimientos históricamente marginados del currículo escolar, que por medio de técnicas artísticas como la elaboración de las joyas permita a los estudiantes identificar y aprender procesos como la fundición, la purificación, la formación de aleaciones, además de aprender sobre prácticas sostenibles que contribuyan en el cuidado del medio ambiente.

El trabajo buscó favorecer el aprendizaje de la química, desde el reconocimiento de conocimientos culturales e históricos, lo que brinda a los estudiantes la oportunidad de reconocer el valor del conocimiento ancestral de nuestras comunidades indígenas colombianas, pretendiendo brindar un enfoque diferente de aprender ciencia, resignificándola con situaciones cotidianas; por ejemplo, a través del estudio de técnicas de la orfebrería Muisca se puede facilitar la comprensión de los conceptos en la enseñanza de reacciones redox.

En este sentido, la orfebrería no solo es una manifestación artística, sino también un campo técnico y científico profundamente arraigado en prácticas ancestrales. Procesos como la fundición de metales, la purificación mediante plantas, la formación de aleaciones y el tratamiento térmico de los materiales involucran transformaciones químicas complejas, algunas de las cuales corresponden a reacciones redox. A través de estos procedimientos, es posible mostrar como las comunidades indígenas, a pesar de no contar con una nomenclatura científica moderna, desarrollaron conocimientos empíricos equivalentes a conceptos fundamentales de la química.

La presente investigación, se desarrolló a través del aprendizaje basado en proyectos (ABP) como una forma en la que se fomentó la participación de los estudiantes, además de que permite generar pensamiento crítico, el desarrollo de habilidades científicas y el trabajo en equipo Calderón (2012). El vincular el conocimiento ancestral en la didáctica de la química, no implica rechazar la ciencia que conocemos, sino mostrar una perspectiva de complementariedad que permita promover una

educación más inclusiva y crítica, así como también prácticas sostenibles, generando el respeto por la naturaleza y teniendo una mirada crítica de la crisis ambiental en la que nos encontramos en el siglo XXI, permitiendo abrir espacios de reflexión en el aula, sobre la importancia de una ciencia más ética y responsable sobre el uso de los recursos naturales y prácticas experimentales evitando el desperdicio y la contaminación, que la mayoría de jóvenes no vincula en su aprendizaje en la educación secundaria por falta de experiencias de laboratorio.

Finalmente, la propuesta permitió innovar la enseñanza de las reacciones redox a través de la orfebrería ancestral, mediante una estrategia que facilita el aprendizaje de contenidos específicos y reivindica la riqueza del conocimiento indígena Muisca. Este enfoque promueve el pensamiento crítico en la medida en que invita a los estudiantes a cuestionar las formas tradicionales de enseñanza, a reconocer la validez de otros modos de producción de conocimiento, a analizar las transformaciones químicas desde perspectivas históricas y culturales, y a relacionar la ciencia con su propio contexto y experiencia. Con ello, se busca no solo enseñar química, sino formar sujetos conscientes de su historia, su cultura y su papel transformador en la sociedad.

2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Se presentan algunos trabajos de investigación desarrollados a partir de temáticas como reconocimiento a la riqueza ancestral y su vasta presencia material y artística, además de investigaciones sobre la fundición ancestral andina y cómo este conocimiento ha brindado aportes a la ciencia.

2.1 Conocimiento ancestral el primer camino para cuestiones socio científicas

La enseñanza de la química en los contextos escolares y universitarios confronta actualmente el reto de conectar el conocimiento científico con la cultura, el arte y la identidad de los pueblos. Esta necesidad se hace aún más indudable en regiones con una riqueza ancestral como Colombia, donde el arte tradicional tiene elementos prácticos que pueden ser un punto de partida valioso para desarrollar propuestas pedagógicas contextualizadas. La orfebrería ancestral, y en particular la técnica de fundición a la cera perdida utilizada por los Muisca representa una oportunidad para integrar saberes químicos, artísticos y simbólicos en la enseñanza de las ciencias.

Desde un aspecto histórico, la técnica de fundición a la cera perdida no solo implica una comprensión profunda de los materiales como el oro, el cobre y la tumbaga (aleación de ambos), sino también un dominio preciso del calor, entendido como la habilidad para regular la energía térmica necesaria en cada etapa del proceso. Este control empírico incluía ajustar la intensidad del fuego, reconocer los momentos en que los metales alcanzaban el punto adecuado de fusión y manejar los cambios de estado de la cera y del molde para asegurar una pieza final de calidad.

Desde el punto de vista científico, este proceso permite reconocer el papel de la transferencia de energía en forma de calor en las reacciones redox asociadas a la fundición, purificación y aleación de los metales, donde ocurren intercambios energéticos que modifican la materia y sus propiedades. Además, la transformación de la cera en el molde, la fusión de los metales y la interacción entre estos y otros componentes del proceso constituyen un escenario ideal para discutir con los estudiantes la diferencia entre procesos físicos y procesos químicos, puesto que en la técnica coexisten claramente ambos: por un lado, cambios de estado reversibles como la fusión o solidificación; y por otro, transformaciones irreversibles como la oxidación, reducción o formación de nuevas aleaciones.

Según Martínez Rivera (2015), esta técnica era concebida como “un proceso mágico”, en el cual el fuego, el metal y la materia viva se entrelazaban en un acto de creación cargado de simbolismo: “El paso de la cera al oro no era solo un proceso mágico, sino la materia simbólica de Sue, el sol [...] visible en las figuras votivas Muisca” (p. 2). Esta dimensión simbólica, combinada con las explicaciones científicas actuales, convierte a la práctica en un espacio pedagógico potente, donde tradición y ciencia dialogan para comprender cómo la energía, la materia y sus transformaciones pueden interpretarse desde múltiples conocimientos.

Lo que se conoce como procesos de fundición, oxidación, aleación, vitrificación o refinación, fueron aplicados por los orfebres indígenas con una maestría que demuestra un conocimiento empírico equivalente a conceptos fundamentales de la química moderna. En palabras de la autora: “hablar de la fundición ancestral, es hablar de lo efímero y eterno, de lo frágil y fuerte, del vacío y de los

lentos, instantes del proceso avivado por el fuego” (Martínez Rivera, 2015, p. 2). Esta visión holística del proceso técnico – artístico ofrece una oportunidad única para introducir en el aula contenidos de química general, fisicoquímica e inorgánica, de manera significativa.

Asimismo, el valor del trabajo de fundición Muisca permite abordar principios como la conductividad térmica, la reactividad química, los cambios de estado de la materia, la conservación de la masa y la formación de aleaciones, entre otros. Por ejemplo, la técnica de la tumbaga una aleación de cobre y oro era utilizada no solo por su valor estético, sino por su capacidad de producir distintos colores y brillos al ser expuesta al fuego o sometida a procesos de oxidación: “La tumbaga, equilibrio y transformación”, señala Martínez Rivera (2015, p. 86), en referencia a su valor simbólico y material.

Existen además antecedentes pedagógicos que vinculan ciencia y arte. En el contexto de esta investigación, se destacan las experiencias del grupo de investigación TEBRO (Técnicos del Bronce) de la Universidad de Sevilla (España), que ha promovido el uso de la fundición como herramienta didáctica en las artes plásticas, explorando sus potencialidades técnicas, patrimoniales y educativas (Martínez Rivera, 2015, p. 3). Este enfoque ha sido enriquecido con los aportes de autores como Villar (2010) y Reina (2014), quienes han investigado los procesos químicos y físicos en la fundición artística contemporánea.

Por todo lo anterior, se justifica una propuesta que aproveche el potencial didáctico de la orfebrería ancestral para enseñar química desde una perspectiva interdisciplinaria, situada cultural y profundamente conectada con la identidad y el patrimonio local.

2.2 El arte ancestral de la orfebrería en la educación científica

En los últimos años se ha evidenciado un creciente interés por la recuperación, reconstrucción y divulgación de los conocimientos técnicos ancestrales propios de las culturas precolombinas. Un ejemplo representativo de esta tendencia es el trabajo de grado desarrollado por Cardona Lara (2017), quien, desde la perspectiva de la arqueología experimental, realiza la reconstrucción del proceso de fabricación cerámico de un horno y un crisol utilizados en la orfebrería Muisca. Esta investigación no solo se orienta a la exploración material y técnica de estos elementos, sino que también propone una aproximación pedagógica a través de la elaboración de un video didáctico diseñado para contextos educativos formales.

La tesis se apoya en diversos antecedentes investigativos que destacan tanto el enfoque experimental como la dimensión educativa del estudio. Entre ellos, se encuentra el trabajo de Shimada et al. (2007), quienes replicaron hornos precolombinos del periodo Sicán en Perú, logrando alcanzar temperaturas cercanas a los 1100 °C, necesarias para la reducción de minerales. Así mismo, se destacan los estudios de Sáenz et al. (2007) y de Ybarra (2012), quienes realizaron ejercicios experimentales con crisoles y hornillos relacionados con la orfebrería en el Valle y el Quindío, respectivamente, permitiendo validar hipótesis sobre su uso y funcionalidad.

En el contexto nacional, el trabajo de Llanos (2015) sobre el hallazgo del primer taller de orfebrería precolombino en el río Saldaña (Tolima) ofrece descripciones detalladas de fragmentos de crisoles y hornillos, constituyéndose en una fuente valiosa para el proyecto de Cardona, dado el vacío existente en la literatura respecto a este tipo de artefactos en la cultura Muisca.

Adicionalmente, investigaciones como las de López (2015) y Rodríguez (2010) exploran, desde una perspectiva técnica y estética, las matrices de orfebrería utilizadas por los Muiscas, revelando el pensamiento simbólico y el conocimiento técnico implícito en estos objetos. Diversos estudios señalan que los conocimientos ancestrales no solo revelan un alto nivel de innovación, sino que también están relacionadas con las cosmovisiones de las comunidades originarias. Esto permite generar experiencias de aprendizaje más significativas y contextualizadas.

En este sentido, Camargo y Castillo (2013) muestran como las tecnologías tradicionales desarrolladas por nuestros antepasados indígenas se convierten en recursos valiosos para promover una alfabetización científica y cultural más accesible y comprensible. Asimismo, la propuesta desarrollada por Cardona (2017), busca facilitar la comprensión vinculando el conocimiento ancestral con lo técnico desde un recurso audiovisual, integrando historia, cultura y pensamiento crítico. Este trabajo demuestra que la pedagogía y la experimentación pueden desempeñar un papel fundamental para conectar los conocimientos ancestrales con los conceptos científicos contemporáneos, fortaleciendo así procesos de aprendizajes más significativos.

2.3 Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una estrategia didáctica que busca formar a estudiantes en una enseñanza activa; esta metodología busca abordar la enseñanza a partir de situaciones que se vinculen al contexto de los estudiantes, las cuales requieren análisis, trabajo colaborativo e investigación con el fin de dar solución a la problemática que se aborde. Esta estrategia surgió en las décadas de 1960 y 1970, en la Universidad de McMaster en Canadá, luego se expandió por distintos países demostrando su eficacia en el desarrollo de habilidades en los estudiantes, además de generar un pensamiento crítico para resolver problemas (Rodríguez, 2017; Morales & Landa, 2004).

En Latinoamérica Garza y Robles (2023) realizaron una adaptación del modelo 3C3R para diseñar proyectos con enfoque ABP en distintas áreas del currículo escolar; un estudio realizado por Calderón (2012) demuestra que el aprendizaje basado en proyectos forma actitudes científicas en los estudiantes, y de forma similar Silva y Ortiz (2019) concluyeron que al utilizar ABP en proyectos como por ejemplo huertas escolares, promueven pensamientos críticos los cuales se entienden como la capacidad del estudiante para analizar información, evaluar evidencias, cuestionar supuestos y construir explicaciones fundamentadas. En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, implica que el aprendizaje no se limite a la memorización de conceptos, sino a la comprensión profunda de los fenómenos, la identificación de relaciones causales, la argumentación científica y la toma de decisiones informadas frente a situaciones reales o contextualizadas.

De forma similar, Causil y Rodríguez (2021) concluyeron que el ABP fortalece habilidades cognitivas, interpersonales e intrapersonales en la enseñanza de las ciencias naturales a nivel básico. Guerrero (2019) implementó una estrategia didáctica basada en el ABP en estudiantes de sexto grado, mejorando competencias científicas evaluadas por el ICFES como la indagación y la explicación de fenómenos. De manera general, los estudios coinciden en la necesidad de generar recursos, herramientas y propuestas didácticas que faciliten la implementación del ABP, especialmente en contextos donde los docentes no cuentan con formación específica en esta metodología (Genoy & Rivas, 2024).

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Desde este apartado se realiza un recorrido por medio de las redes conceptuales que fundamentan la presente investigación, para que sea posible establecer un enfoque ontológico y epistemológico, desde las categorías relacionadas con la fabricación de un objeto artístico metálico en la orfebrería, el proceso de diseño de una joya o pieza metálica en el trabajo orfebre, modelación de la pieza metálica por medio del arte y la ciencia, proceso epistemológico de la fundición entre el conocimiento ancestral y científico, acabado y montaje de una pieza metálica en la orfebrería, purificación de metales bases para las reacciones químicas, conocimiento ancestral un arte que llevamos en la ciencia, en función de su articulación con la enseñanza de las reacciones químicas en educación media.

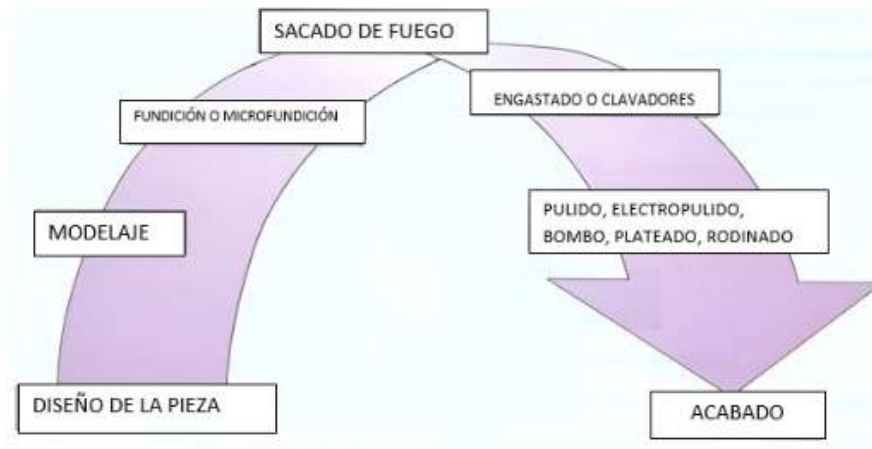
3.1 Proceso de diseño de una joya o pieza metálica en el trabajo orfebre

En primera instancia, es importante reconocer que desde que el ser humano razona siempre ha tenido la necesidad de plasmar sus ideas, emociones y sentimientos, lo cual para este trabajo investigativo es un punto de partida porque permite ver una relación entre lo científico y el conocimiento ancestral; en ese sentido es esencial tener en cuenta que como lo menciona Esteban (2008) en el tema 3 de su libro *Química y Cultura Científica*, “nuestra vida cotidiana se halla directamente conectado con la historia, la ciencia y la tecnología” (p. 61). Por lo anterior es necesario reconocer que la forma de aprendizaje ha estado relacionada por factores culturales, que conllevan a la elaboración de objetos para nuestro caso investigativo metálicos, en el cual se involucran herramientas, joyería y orfebrería que es la forma en que se han trabajado los metales con el pasar de los tiempos, pero para poder realizar estos trabajos se requiere de un proceso de diseño que varía según la cultura, en los egipcios el diseño metalúrgico era solo para joyería relacionado con el estatus y orden religioso, mientras que en los indígenas de América central era solo de orden religioso Esteban (2008). Enfatizando en la joyería, el proceso de diseño y fabricación varía según la época y cultura, pero lo que es común, es que la inspiración de una joya viene de la naturaleza, la religión y símbolos culturales, en la antigüedad se hacían bocetos de lo que quería realizar en una joya, por ejemplo, en culturas orientales se diseñaba en Piel o papel mientras que en comunidades indígenas se diseñaba directamente en materiales como cera o arcilla, además en todo diseño se debe plantear los metales adecuados con los que se quiere trabajar, en muchas culturas el metal que más utilizaban era el oro.

El proceso de diseño ha venido cambiando, aunque lo que no cambia son las características de los metales, afirma Cruz (2003) en su artículo “ El conocimiento de los metales y su beneficio por los indígenas”, que los primeros en hacer registro de las características de los metales fueron los egipcios que no sabían que estaban dando las primeras bases para la formación científica y afirma además que los indígenas serían unos de los primeros en realizar reacciones químicas para diseñar a través de plantas y minerales sus joyas, resaltando que todo proceso artístico permite que la creatividad enfocada en el arte y la ciencia, impulsa a la innovación. El descubrimiento de los conocimientos que han dejado nuestros ancestros es lo que enriquece nuestro saber, por eso es imprescindible pensar que sin el arte y la orfebrería la ciencia estaría incompleta, de tal manera el proceso de diseño requiere tener claro cómo se va a elaborar la pieza y qué se desea con el tipo de metal deseado, el cual siempre en la orfebrería se hará del mismo modo como se muestra en la figura 1.

Figura 1

Proceso de elaboración de una joya o pieza metálica a través de la orfebrería



Nota. El gráfico representa como se realiza el proceso de fabricación de una joya u objeto artístico por medio de la orfebrería. Tomado de Riesgos Higiénicos en el sector de la joyería (p. 2), por Rosa Montero Simó (2001).

3.2 Modelación de la pieza metálica por medio del arte y la ciencia

Entendiendo que el trabajo de la orfebrería es un proceso que requiere de creatividad, tecnología y ciencia, es necesario entender que en diferentes partes del mundo se utilizaron diferentes técnicas para la fabricación de metálicas o como lo denominaban los egipcios y griegos metalurgia; en América central y del sur nuestros antepasados indígenas tenían diferentes habilidades para modelar sus piezas metálicas lo que sería una base fundamental para los joyeros del siglo XXI, debido a que sus técnicas eran fáciles a la hora de modelar. Los españoles en las colonizaciones adquirieron de las comunidades indígenas nuevas técnicas para el modelado de piezas metálicas como lo fue la talla de cera, técnica que se popularizaría en Europa y se mantendría en las industrias de joyería (Martin, Betancur y Rodríguez, 2007).

Con esta idea se ve que en el proceso de fabricación metalúrgica se generó un avance, solo que no se les dio el debido reconocimiento a sus inventores, en este caso las comunidades indígenas de América del sur, haciendo que las técnicas en la fabricación de una joya o herramienta metálica varié entre el método tradicional y el método moderno; en la joyería una de las fases claves es la creación de una pieza única y detallada, por ejemplo en las comunidades Muiscas su modelaje giraba en torno a la representación de animales, mientras que los egipcios era más hacia representaciones de dioses, Esteban (2005). En cuanto al modelo tradicional o también conocido manual, consistía en tallar la cera de abeja para crear un molde que sirviera para verter el metal y que este adoptara la forma que se deseaba obtener, este proceso requería de mucha habilidad para esculpir y era más demorado podían durar hasta una semana tallando dependiendo de la dificultad de la pieza, unas de las ventajas de este proceso es que era más eco amigable de hecho, afirma Cruz (2003) que los primeros en hacer una práctica sostenible fueron los Muiscas porque tenían criaderos de abejas donde sacaban la cera para sus procesos metalúrgicos y por sus concepciones religiosas siempre lo hacían todo respetando la naturaleza, pero con el avance tecnológico llegó la maquinaria que

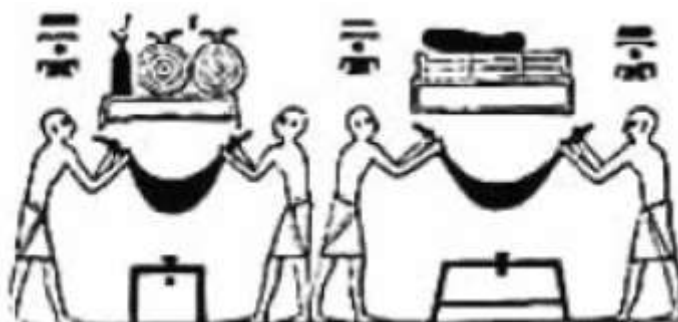
permite a base de resinas sintéticas diseñar y modelar fácilmente, pero con este proceso se requiere el uso de químicos muy tóxicos lo cual genera un problema ambiental. El sector de la joyería en el siglo XXI es uno de los que por el método moderno libera más agentes contaminantes a fuentes hídricas, desde polvos metálicos, agentes cáusticos, corrosivos (Simó, 2001); e ahí la importancia de generar un proceso de orfebrería sostenible que no implique la destrucción del medio ambiente.

3.3 Proceso histórico - epistemológico de la fundición entre el conocimiento ancestral y científico

En la antigüedad el proceso de fabricación metalúrgico se dio por diferentes métodos, uno de ellos es la fundición, la cual consiste en llevar un metal a altas temperaturas hasta que se vuelva líquido y se procede a verter en un molde para que al enfriarse se solidifique de nuevo y adquiera la forma del objeto deseado. El libro de Esteban (2008, p. 63) habla de que el primer metal trabajado por el ser humano fue el oro, algo antes del 5000 a.C., que era encontrado en las arenas de muchos ríos y detectado por el ojo humano por su brillo; los primeros en realizar procesos de fundición fueron las culturas de Mesopotamia y Egipto, evidencia de esto son las pinturas encontradas de estas culturas que demuestran como realizaban sus procesos de orfebrería como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Trabajadores egipcios lavando y pesando oro para fundición



Nota. La imagen es tomada de pinturas encontradas en los muros de la ciudad de Tebas (tumbas de Beni Hasan, 1900 a.C), ofrecen unas curiosas escenas de la vida de los egipcios, de sus oficios y costumbres. Tomado de Química y Cultura Científica (p. 63), por Soledad Esteban Santos (2008).

Con el descubrimiento del oro los procesos de fundición conllevaron a descubrimientos como las aleaciones para hacer más resistentes los metales y como los primeros trabajos de fundición se hicieron con el oro, es por eso por lo que la palabra orfebrería se relaciona con el trabajo de metales preciosos y gracias a la fundición es que muchos científicos pudieron clasificar de una forma más sencilla los metales en la tabla periódica (Cruz, 2003), por consiguiente la orfebrería ha sido la forma empírica que ha hecho aportes a la ciencia, en la física con procesos de fusión y en la química a través de reacciones químicas como la oxidación y la formación de aleaciones.

3.4 Acabado y montaje de una pieza metálica en la orfebrería

Para todas las culturas este procedimiento consiste en quitar las imperfecciones que se dan después de la fundición, a los griegos les gustaban las piezas de joyería con un estilo arenoso por lo que no pulían sus joyas, pero para los indígenas de América del sur sus joyas eran lisas lo más pulidas

posibles para resaltar el brillo de la pieza, para estos procedimientos se asocian procesos químicos en la joyería, aunque para muchas culturas antiguas no era evidente que estaban haciendo ciencia en sus procesos orfebres. Esteban (2005), afirma en su artículo Las joyas en el contexto de la historia de la química, que la ciencia que más se relaciona con la orfebrería es la química debido a que las reacciones que sucedían en el intercambio energético dio paso al estudio de los óxidos metálicos y un estudio de los metales debido a que variaban en su coloración, por ejemplo en el caso del cobre los egipcios lo utilizaban para decorar piezas de oro por su color verde al oxidarse, además resalta que los indígenas colombianos como los Muisca usaron óxidos de los metales en sus trabajos, por lo que el acabado y montaje fue la parte más significativa para la ciencia que conocemos en el siglo XXI.

En este proceso se retiran imperfecciones con limados y pulido, además se ensamblan diferentes partes si la joya lo requiere; en la antigüedad se usaban piedras abrasivas, cueros o arenas para alisar las superficies metálicas, en algunas culturas, como la egipcia, se aplicaban aceites o ceras para resaltar el brillo, mientras que nuestros indígenas utilizaban buriles que eran herramientas que permitían decorar las superficies metálicas y hacer patrones geométricos; otra técnica que utilizaban era el repujado que consistía en martillar el metal y crear relieves. Los Muisca tenían otras técnicas como la filigrana y el granulado, que les permitía elaborar piezas metálicas diferentes a las demás culturas.

3.5 Purificación de metales base para las reacciones químicas

La purificación consiste en quitar la oxidación y pulir para dar determinación a una pieza metálica; en los egipcios para ellos era brindarle el alma al metal por lo cual quienes se encargaban de realizar la purificación eran sumos sacerdotes y para los griegos, mujeres vírgenes eran las encargadas de hacer este proceso para que los dioses atribuyeran buena fortuna a su joya o herramienta metálica, pero en el caso de los indígenas Muisca solo el líder era quien debía hacer la purificación y esto se debía a que era una tarea que demostraba que tan bueno era su vínculo con la naturaleza y si la pieza no quedaba brillante, era porque los espíritus no estaban a gusto con él y era señal de que no sería un buen líder (Cruz, 2003).

Por eso el proceso de purificación es el más importante no solo por las concepciones religiosas de nuestros antepasados sino porque es la parte que resalta la belleza de la joya u objeto metálico, cabe resaltar que los que más perfeccionaron esta técnica fueron los indígenas colombianos (Muisca, Zenúes, Quimbayas, Taironas), el método de ellos era un método tradicional que consistía en el lavado y bateo. Se lavaban los metales con diferentes plantas que variaban según la cultura; los Muisca utilizaban plantas ácidas y alcalinas, una de las más utilizadas el Yarumo (*Cecropia Peltata*), otras culturas utilizaban aceites y esencias para hacer el proceso de purificación que eran reacciones químicas (Esteban, 2008). Con el pasar del tiempo estas técnicas se han olvidado y con la tecnología se han generado métodos modernos, que por medio de maquinaria permiten limpiar y brillar las joyas, entre estos métodos se tiene la electrólisis que se da por reacciones químicas de reducción y oxidación y se utilizan máquinas como ultrasonido; afirma Simó (2001) es este es uno de los causantes de sordera en los joyeros, además por ahorrar tiempo se utilizan ácidos para quitar la oxidación como el ácido sulfúrico, que es peligroso en su manipulación, y el problema es que estas prácticas modernas generan una contaminación ambiental mucho más alta comparada con las técnicas ancestrales.

3.6 Recolección y análisis de muestras de suelo como base experimental

La recolección de muestras ambientales, en especial de suelos, constituyen un proceso esencial para comprender las transformaciones químicas que corren en los ecosistemas y su relación con actividades humanas y naturales. De acuerdo con la “Guía para la recolección de muestras ambientales de la Alianza Mundial de Derecho Ambiental (ELAW, 2021), un muestreo de suelos debe planificarse con objetivos claros que permitan determinar su calidad y el posible impacto de contaminantes considerando variables como el pH, la presencia de metales, materia orgánica y otras sustancias que influyen en los procesos redox. De esta forma la toma y análisis de muestras posibilita un aprendizaje significativo de los procesos de oxidación y reducción al vincular los contenidos teóricos de la química con el reconocimiento del suelo como un sistema vivo y dinámico.

Incorporar actividades de recolección y observación de suelos en el aula, siguiendo orientaciones técnicas como las de la guía ELAW, permite que los estudiantes se aproximen al método científico desde la experimentación y el contexto. Este tipo de prácticas fomenta la indagación y la interpretación de fenómenos ambientales, promoviendo competencias investigativas propias del aprendizaje basado en proyectos (ABP). Además, en el marco del proyecto educativo que articula la orfebrería Muisca con la enseñanza de la química, el muestreo de suelos cobra un sentido cultural al relacionarse con los antiguos métodos de selección y purificación de materiales minerales utilizados por los orfebres indígenas, fortaleciendo la conexión entre ciencia, territorio y memoria cultural. Al abordarse desde una perspectiva intercultural, la observación de estos fenómenos puede complementarse con el conocimiento ancestral sobre el uso de plantas purificadoras como el yarumo en los procesos de limpieza de metales dando así la relación científica y ancestral en el tema de redox en sus técnicas metalúrgicas, para lo cual fue necesario la toma de muestras de suelos y minerales en Muzo Boyacá (figura 3), con lo que los estudiantes experimentaron en clase.

Figura 3

Recolección de muestras de suelo en Muzo Boyacá para estudiantes del Luis Carlos Galán Sarmiento



Nota. Recolección de minerales (cuarzo, piritita y suelo de zona minera de Muzo Boyacá). Fuente: Elaboración propia (2025)

3.7 Relación entre la pureza del agua y los procesos redox

El proceso de muestreo del agua constituye una etapa fundamental para garantizar resultados confiables en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Según el instructivo para la toma de muestra de agua (s.f.), “lo más importante es tratar que la muestra de agua sea homogénea y representativa, y por sobre todo que en la extracción no se modifiquen las propiedades del agua a analizar” (p.1). Esta precisión técnica busca que el agua recogida mantenga su composición original, evitando alteraciones debidas a contaminación, temperatura o manipulación. En el contexto educativo, comprender estos procedimientos permite a los estudiantes reconocer la relación entre las propiedades químicas del agua y los procesos redox naturales, como la oxidación del hierro o el consumo de oxígeno disuelto.

El contexto sobre la recolección adecuada de muestras puede incorporarse en actividades escolares contextualizadas como se muestra en la (figura 4), vinculando el análisis del agua con el aprendizaje de las reacciones químicas y la sostenibilidad ambiental. En el instructivo se recomienda que “la muestra debe ser enviada a laboratorio inmediatamente después de la toma, en caso contrario debe mantenerse refrigerada” (s. f., p.2), lo que introduce a los estudiantes en la comprensión de variables experimentales como el tiempo, la temperatura y la composición química. Estas prácticas articuladas con los conocimientos ancestrales sobre el uso y purificación de las fuentes hídricas promueven una educación científica integral, en la que se relacionan el rigor experimental con el respeto por los recursos naturales y las tradiciones culturales.

Figura 4

Recolección de agua del rio Carare en Boyacá



Nota. La recolección de agua es para la actividad de suelos programada con los estudiantes del Luis Carlos Galán Sarmiento. Fuente: Elaboración propia (2025)

3.8 Conocimiento ancestral, un arte que llevamos en la ciencia

El conocimiento ancestral se atribuye a las comunidades indígenas y de los cuales destacan en orfebrería los grupos indígenas colombianos, quienes poseen expresiones artísticas que se remontan a las civilizaciones prehispánicas, antes de la llegada de los españoles. Los pueblos indígenas como los Taironas, Quimbayas, Muiscas, desarrollaron técnicas avanzadas en la elaboración de metales preciosos, estas comunidades consideraban el oro no solo como un material valioso, sino un símbolo de poder y conexión con la espiritualidad (Molina, Betancur, Rodríguez, 2007). En Colombia uno de los lugares en donde se pueden apreciar los trabajos creativos de los indígenas es en el Museo del Oro de Bogotá, donde se puede evidenciar como su orfebrería era a través de la técnica de cera perdida, tras la llegada de los españoles y la imposición de nuevas formas de explotación minero – metalúrgica transformaron la tradición orfebre (Esteban, 2005).

Sin embargo el conocimiento ancestral no desapareció por completo, hoy en día artesanos como los de Barbacoas y Mompox mantienen viva la herencia de la orfebrería indígena colonial, adaptando sus diseños a las tendencias, sin perder la esencia de sus raíces; los conocimientos ancestrales de la orfebrería en Colombia son una evidencia de la creatividad y cosmovisión de sus pueblos originarios, los conocimientos siguen vigentes no solo como patrimonio cultural, sino como una presencia de identidad y resistencia, transmitida de generación en generación. Aunque varios de los conocimientos fueron robados de nuestros antepasados es necesario dar la importancia a la procedencia de las técnicas que la gran mayoría de orfebres utiliza en el mundo, siendo los españoles los primeros en copiar el estilo de orfebrería colombiano, como se aprecia en la figura 5.

Figura 5

Proceso de orfebrería por medio de técnicas indígenas



Nota. A. enfriamiento del molde y fundición del metal. B. el modelo se calienta para que se pierda el modelo de cera. C. calentamiento del molde después de colado el oro. Tomado de El Conocimiento de los Metales y su Beneficio por los Indígenas (p. 43), por Verónica De La cruz Ayala (2003).

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La enseñanza de los conceptos químicos, en especial los relacionados con las reacciones de óxido – reducción, representa uno de los mayores desafíos en el ámbito educativo de las ciencias químicas. Esta dificultad se manifiesta de forma recurrente en los niveles medios de educación, donde los estudiantes presentan problemas para comprender los procesos implicados en la transferencia de electrones, el cambio en los estados de oxidación, y la identificación de agentes oxidantes y reductores. Dicha situación limita no solo la comprensión conceptual, sino también la aplicación práctica de estos conocimientos en contextos cotidianos o experimentales, lo que puede afectar de forma negativa el rendimiento académico y el desarrollo del pensamiento científico.

Además, este problema se agrava por el enfoque tradicional con el que suelen abordarse estos temas en el aula, caracterizado por clases magistrales, escasa contextualización y bajo nivel de experimentación. Camargo y Castillo (2013) evidencian que la ausencia de prácticas contextualizadas limita la alfabetización científica y cultural, generando aprendizajes poco significativos. De manera similar, Cardona (2017) demuestra que cuando la enseñanza se reduce a la exposición teórica sin mediaciones pedagógicas adecuadas, los estudiantes recurren a la memorización, lo que dificulta la comprensión profunda de los fenómenos. Por su parte, Calderón (2012) señala que el aprendizaje basado en proyectos favorece actitudes científicas precisamente porque rompe con la enseñanza tradicional, centrada en la transmisión de contenidos. Asimismo, Silva y Ortiz (2019) muestran que la falta de estrategias didácticas innovadoras disminuye la participación activa del estudiante y restringe el desarrollo de pensamientos críticos y científicos. Finalmente, los aportes de Martínez Rivera y Santos (2015) permiten comprender como los saberes ancestrales y las prácticas culturales, cuando se articulan pedagógicamente, pueden contrarrestar las limitaciones del modelo tradicional y favorecer procesos de enseñanza más significativos y contextualizados.

En este contexto, la necesidad de repensar los enfoques didácticos se vuelve urgente, una alternativa pedagógica significativa consiste en integrar los conocimientos ancestrales, particularmente aquellos relacionados con la orfebrería indígena, la cual permitirá resignificar el aprendizaje de la química. Las prácticas metalúrgicas precolombinas, como las de los Muisca, no solo evidencian un dominio empírico de conceptos químicos fundamentales como la oxidación, la reducción y las aleaciones, sino que además articulan estos conocimientos con visiones simbólicas, sostenibles y espirituales del mundo (Martínez Rivera, 2015; Zamora Ayala, 2003).

Por ejemplo, técnicas como la fundición a la cera perdida o la purificación de metales mediante plantas ácidas y alcalinas, practicadas por pueblos originarios como los Muisca, incorporan de forma práctica y ritual procesos que hoy pueden ser comprendidos desde la química moderna como reacciones redox (Esteban Santos, 2008). Esta riqueza epistemológica permite no solo contextualizar los conceptos químicos, sino también recuperar, valorar y aplicar conocimientos tradicionales que han sido históricamente marginados del currículo escolar.

Así, se plantea una problemática doble: por un lado, la necesidad de mejorar la comprensión y aplicación de las reacciones redox en la educación media debido a que los estudiantes no alcanzan a visualizar los procesos de transferencia de electrones ni su importancia al no ser relacionada con experiencias cotidianas que permitan no solo memorizar la teoría sino que sepan usarla para

analizar, argumentar y experimentar; por otro lado, la urgencia de visibilizar los aportes de los conocimientos ancestrales como herramientas pedagógicas interculturales, sostenibles y científicamente pertinentes. Explorar cómo estas prácticas tradicionales pueden integrarse en propuestas experimentales dentro del aula podría no solo enriquecer el proceso de enseñanza – aprendizaje, sino también contribuir a la construcción de una identidad cultural y científica en los estudiantes, basada en el reconocimiento de sus raíces, el respeto por los conocimientos ancestrales y la comprensión crítica de la ciencia como parte de su realidad social y cultural.

En este sentido, el presente trabajo estuvo orientado por la pregunta de investigación:

¿De qué manera relacionar los conocimientos científicos y los conocimientos ancestrales de la orfebrería Muisca a través de la implementación de una propuesta didáctica intercultural basada en el aprendizaje por proyectos para la enseñanza de las reacciones de óxido – reducción en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento?

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Relacionar los conocimientos científicos y los conocimientos ancestrales de la orfebrería Muisca a través de la implementación de una propuesta didáctica intercultural basada en el aprendizaje por proyectos (ABP) para la enseñanza de las reacciones óxido- reducción en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento.

5.2 Objetivos específicos

Identificar las ideas previas que tienen los estudiantes de grado undécimo sobre las reacciones redox, conocimientos ancestrales de la orfebrería y su aplicación en contextos cotidianos.

Analizar los procesos de oxidación y reducción presentes en las prácticas ancestrales de orfebrería como la purificación de metales mediante plantas como el Yarumo (*Cecropia telenitida* y *Cecropia peltata*), para que los estudiantes reconozcan cómo los conocimientos ancestrales reflejan principios químicos y valoren su pertinencia en el aprendizaje de la química.

Evaluar los resultados de la propuesta didáctica analizando la comprensión conceptual de las reacciones redox, la aplicación de los contenidos en actividades prácticas y la reflexión cultural generada a partir del vínculo entre química y orfebrería Muisca.

6. METODOLOGÍA

6.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación se enmarca en el enfoque cualitativo, lo cual permite abordar de manera integral la complejidad del proceso de enseñanza – aprendizaje de las reacciones de redox en un contexto culturalmente situado. Desde el enfoque cualitativo, se privilegia la comprensión de las percepciones, actitudes, significados y resignificaciones que los estudiantes de grado undécimo construyen al enfrentarse con conocimientos ancestrales y su articulación con conceptos científicos. Este enfoque resulta pertinente al permitir interpretar el impacto de la propuesta didáctica en términos de cambios en la comprensión conceptual de las reacciones redox, la valoración de la orfebrería Muisca como conocimiento ancestral y las actitudes frente a la química, aspectos que se evidencian mediante entrevistas, observaciones, análisis de producciones estudiantiles y cuestionarios aplicados antes y después de la intervención.

A la par, se incorpora un componente cuantitativo de tipo descriptivo, enfocado en identificar cambios en los niveles de comprensión conceptual de los estudiantes antes y después de la implementación de la propuesta didáctica. Este componente se desarrolló a través de encuestas diagnósticas, pruebas de entrada y salida, así como rúbricas de evaluación de desempeño experimental, lo cual posibilita una triangulación metodológica robusta (Denzin, 1989) que enriquece el análisis de los resultados obtenidos.

Esta investigación se enmarca también en una dimensión aplicada, en tanto no se limita a describir una problemática, sino que propone, ejecuta y evalúa una intervención educativa en un contexto real. Desde esta perspectiva, se reconoce que el conocimiento científico no es neutro ni universal, sino que se encuentra atravesado por condiciones históricas, culturales y sociales, por tanto, su enseñanza requiere ser contextualizada, crítica y significativa (Esteban, 2008; Martínez Rivera, 2015).

6.2 Tipo y diseño de investigación

Este trabajo responde a una investigación de tipo aplicada, dado que su finalidad principal es resolver un problema educativo concreto mediante el diseño y evaluación de una propuesta pedagógica innovadora. El diseño adoptado es el de investigación y acción educativa, en el cual el docente- investigador asume un rol activo en el diseño, ejecución, reflexión y transformación de su propia práctica pedagógica. Este modelo, ampliamente desarrollado por autores como Kemmis y Mc Taggart (1988), promueve una relación dialógica entre teoría y práctica, en donde el aula se convierte en un laboratorio pedagógico y social que facilita procesos de cambio sostenido.

La investigación se asocia al paradigma socio crítico, el cual reconoce que el conocimiento científico debe dialogar con los conocimientos ancestrales, las identidades culturales y las realidades sociales de los estudiantes. Este enfoque busca transformar la educación desde una perspectiva crítica, inclusiva y emancipadora, en la cual los estudiantes no son receptores pasivos, sino agentes activos en la construcción del conocimiento. De este modo la metodología se enmarca en los aprendizajes basados en proyectos siendo una estrategia que promueve la indagación, el trabajo en equipo la vinculación a contextos reales y la valoración del conocimiento ancestral (Genoy & Rivas, 2024).

6.3 Contexto y participantes

La investigación se realizó en la Institución Educativa Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento ubicada en Bogotá D.C, con estudiantes de grado undécimo del curso 1101, los cuales son 25 participantes cuyas edades oscilan entre los 15 a 17 años; el espacio escolar es adecuado para el desarrollo de la propuesta debido a que la institución fomenta el dialogo de conocimientos y el cuidado del medio ambiente y la valoración del patrimonio cultural ancestral, además muchos estudiantes muestran interés por las actividades artísticas e históricas lo que permite vincular la propuesta investigativa de la orfebrería como conocimiento ancestral con la química.

6.4 Fases de la investigación

En la figura 6 se muestra el diagrama que organiza las fases de la investigación, evidenciando la secuencia metodológica seguida para el diseño, implementación y evaluación de la propuesta didáctica basada en ABP y conocimientos ancestrales Muisca.

Figura 6

Diagrama de las fases de investigación



Nota. La figura muestra cómo se realizarán las fases de la investigación durante el año 2025-2.
Fuente: Elaboración propia.

6.5 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Como se muestra en la tabla 1 presenta las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de información durante la implementación de la propuesta didáctica.

Tabla 1.*Recolección de información durante la implementación*

Técnica	Instrumento	Propósito principal
Observación participante	Diario de campo, guía de observación.	Registrar interacciones, actitudes y aprendizajes.
Encuesta	Cuestionario diagnóstico.	Identificar ideas previas y posteriores sobre reacciones redox y cultura ancestral orfebre.
Entrevista grupal	Guía semiestructurada.	Profundizar en percepciones, motivación y resignificación del conocimiento.
Evaluación de productos	Rúbrica de valoración de desempeño.	Evaluar el trabajo experimental, conceptual y creativo.
Análisis documental	Bitácoras, productos artesanales, evidencias gráficas.	Analizar evolución del pensamiento científico y cultural.

Nota. Forma en que se registraron los datos en el Colegio Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento (2025)

Tabla 2.*Rúbrica para el desarrollo de actividades del proyecto*

criterio	Superior (5)	Alto (4)	Básico (3)	Insuficiente (1)
Participación y colaboración	Aporta ideas fundamentadas, conecta con saberes previos o ejemplos, coopera activamente y motiva al grupo.	Participa con ideas relacionadas y colabora de forma general.	Interviene poco, con ideas poco claras, y depende de los demás.	No participa ni colabora con el grupo.
Observación y aplicación en actividades	Registra con detalle y creatividad, sigue los pasos con precisión y autonomía.	Registra lo esencial y realiza la mayoría de pasos con algunas dudas.	Registros incompletos, requiere apoyo frecuente para los pasos.	No realiza registros no sigue instrucciones.
Análisis, reflexión y comprensión	Interpreta resultados, conecta teoría y práctica, explica conceptos clave (redox, flora, orfebrería) con	Explica resultados básicos y la mayoría de conceptos con pequeñas imprecisiones,	Explicaciones limitadas o confusas, relacionada los conceptos de manera superficial.	No analiza ni explica los conceptos, ni los relaciona con el contexto.

	claridad y los relaciona críticamente con la vida cotidiana y lo ancestral.	establece algunas conexiones.		
Resolución de ejercicios y contenido	Resuelve correctamente ejercicios de balanceo redox o clasificación, expone con claridad, análisis crítico y ejemplos propios.	Resuelve la mayoría con algunos errores y presenta información suficiente, pero sin profundidad.	Presenta errores frecuentes, expone de forma incompleta y superficial.	No logra resolver ejercicios ni desarrolla el contenido esperado.
Producto final y creatividad	Presenta un trabajo organizado (introducción, desarrollo, conclusión), con ideas originales, fundamentadas y contextualizadas.	Presenta un trabajo aceptable, con algunas ideas creativas poco desarrolladas.	Trabajo con estructura poco clara y creatividad mínima.	Trabajo desorganizado, sin ideas nuevas ni relevantes.

Fuente: Elaboración propia

a) Fase I/Etapa inicial: Prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica aplicada al inicio del proyecto tuvo como propósito identificar los conceptos previos de los estudiantes de grado undécimo (curso 1101) en relación con los temas centrales de la propuesta: reacciones químicas redox, nomenclatura, balanceo de ecuaciones, hidrocarburos, sostenibilidad y conocimientos ancestrales asociados a la orfebrería.

El instrumento constó de 21 preguntas el cual se puede observar en el (Anexo 1), las temáticas se dividieron por secciones de la pregunta 1 a la 4 de selección múltiple con el tema de óxido reducción y de la 5 a la 8 asociación de conceptos, de la 9 a la 12 con opción múltiple sobre el tema de grupos funcionales, la pregunta 13 era de asociar conceptos, de la 14 a la 17 fue en relación al conocimiento ancestral con opción múltiple y de la 18 a las 21 preguntas abiertas, la asignación de puntajes se realizó únicamente para las preguntas de selección múltiple y de asociación de conceptos, dado que estas permiten respuestas objetivamente verificables.

Cada ítem correcto recibió un valor proporcional al puntaje total establecido. Dado que el instrumento incluía 17 preguntas calificables (1-17), se distribuyó un puntaje máximo de 50 puntos, asignando a cada respuesta correcta un valor de 2,94 puntos aproximadamente (50 puntos / 17 ítems). Las preguntas abiertas (18 – 21) no se calificaron cuantitativamente; su propósito fue complementar el análisis cualitativo mediante la identificación de percepciones, interpretaciones y significados construidos por los estudiantes, en total, participaron 20 estudiantes en la aplicación del instrumento.

Fase 2/ Actividades

Actividad “Suelos, minerales y piedras preciosas: conocimiento ancestral Muisca y procesos de oxidación

El desarrollo de la actividad tuvo como finalidad integrar contenidos de ciencias naturales (formación, tipos y funciones del suelo, procesos de oxidación de minerales y piedras preciosas) con el conocimiento ancestral Muisca, resaltando la importancia cultural, espiritual y ecológica del suelo y los minerales. Se buscó fortalecer la comprensión de fenómenos químicos y geológicos desde un enfoque intercultural, vinculando el conocimiento escolar con el patrimonio cultural local.

Metodología aplicada

- Estrategia didáctica: exposición interactiva con apoyo de recursos visuales, ejemplos históricos y vínculos entre conocimientos científicos y ancestrales.
- Enfoque ABP: los estudiantes fueron motivados a responder a la pregunta central ¿Cómo podemos aprender ciencia desde nuestra historia y territorio?, generando reflexiones y relaciones entre procesos químicos y prácticas culturales.

Contenidos abordados:

- Formación y horizontes del suelo.
- Factores de formación (roca madre, clima, organismos, relieve, tiempo).
- Erosión: causas, consecuencias y prevención.
- Relación entre color del suelo y procesos de oxidación de minerales (hematita, goetita, entre otros).
- Influencia de impurezas metálicas en el color de piedras preciosas.
- Cosmovisión Muisca y simbolismo de minerales y piedras.

Actividad “El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental”

Esta intervención tuvo como propósito sensibilizar a los estudiantes de grado undécimo sobre la importancia del suelo como recurso natural esencial para la vida y la sostenibilidad ambiental, así como introducir conocimientos científicos sobre su composición, funciones, amenazas y el papel de los silicatos en diversos campos. La actividad se desarrolló en la propuesta de enseñanza de química con enfoque intercultural, integrando conocimientos científicos con aplicaciones prácticas y culturales.

Metodología aplicada

Estrategia didáctica: Se empleó una estrategia basada en la exposición dialogada, complementada con diapositivas, preguntas problematizadoras y ejemplos prácticos. Esta estrategia articuló técnicas como la explicación magistral, el uso de interrogantes para activar conocimientos previos y la ejemplificación contextualizada para favorecer el aprendizaje significativo.

Contenidos abordados: Funciones ecológicas y químicas del suelo.

Principales amenazas: Erosión, contaminación, salinización, compactación, pérdida de biodiversidad. Conceptos de mineralogía: estructura del tetraedro de silicio-oxígeno y clasificación de los silicatos (neso, soro, ino, ciclo, filo, tectosilicatos). Usos de los silicatos en construcción, tecnología, limpieza, cosmética, farmacéutica, arte y educación.

Actividad “Textura y composición de un suelo”

La práctica tuvo como objetivo identificar la textura del suelo mediante el análisis de sus fracciones granulométricas (arena, limo y arcilla), clasificando las muestras recolectadas por los estudiantes de acuerdo con el triángulo textural USDA. La actividad se desarrolló en el marco del proyecto de enseñanza de química con enfoque intercultural, en la asignatura Sistemas Ambientales y Sociedades de la IED Luis Carlos Galán Sarmiento.

Metodología aplicada

Recolección de muestras: cada grupo aportó una muestra de suelo de su entorno, lo que permitió comparar características entre distintas ubicaciones. Se realizaron tres experimentos complementarios:

Se realizó una observación de la muestra con lupa para describir características físicas (color, granulometría, materia orgánica visible). Además de una prueba de moldeabilidad para estimar plasticidad y humedad, luego sedimentación en botella con agua para separar fracciones sólidas y medir proporciones de arena, limo y arcilla.

Clasificación textural: los datos obtenidos se analizaron utilizando el triángulo textural USDA, determinando la clase textural de cada muestra.

Actividad “Reacciones químicas y balanceo redox”

La presentación “Reacciones químicas y balanceo redox” está organizado de forma progresiva la cual consistió en conceptos básicos (qué es una reacción química, tipos de reacciones) y avanza hacia lo específico (reacciones redox, reglas para la asignación de números de oxidación, método ion-electrón, ejercicios en medio ácido y básico). Esta secuencia resulta coherente con los objetivos de la propuesta didáctica, ya que los estudiantes transitan de lo general a lo particular, facilitando la comprensión de procesos que inicialmente eran abstractos para ellos.

El uso de ejercicios interactivos (preguntas de opción múltiple y balanceo de ecuaciones) promovió una participación activa y funcionó como evaluación formativa dentro de la clase. Además, se incluyeron aplicaciones cotidianas (corrosión, pilas electroquímicas, fotosíntesis), que conectaron la teoría con fenómenos cercanos a la vida diaria de los estudiantes, coherente con el objetivo de contextualizar la enseñanza.

Actividad “Explorando la Flora”

La clase sobre flora diseñada y aplicada a los estudiantes de grado undécimo se estructuró como un espacio de exploración ecológica y cultural, donde se buscó reconocer el valor de las plantas tanto en términos científicos como en su dimensión ancestral.

La presentación responde a la necesidad de vincular la química y la biología con el contexto ambiental y cultural de los estudiantes. Al iniciar con preguntas generadoras sobre los saberes previos, se promovió la activación de conocimientos y la construcción colectiva, lo cual favorece el aprendizaje significativo.

Asimismo, la clase planteó objetivos claros: reconocer la importancia ecológica de la flora, clasificar especies, identificar amenazas y proponer acciones de conservación, alineándose con los propósitos del proyecto investigativo de fomentar una educación contextualizada y crítica.

Metodología aplicada

La estructura de la presentación transitó desde conceptos básicos hasta casos aplicados:

- **Definición y clasificación de flora:** nativa, endémica, exótica e invasora.
- **Funciones ecológicas:** producción de oxígeno, regulación hídrica, conservación del suelo.
- **Amenazas y conservación:** deforestación, minería, cambio climático, con propuestas de acción comunitaria como la reforestación.
- **Caso especial: el Yarumo (*Cecropia Telenitida*):** se destacaron sus usos medicinales (broncodilatador, diurético, cicatrizante), culturales (planta protectora en rituales) y ambientales (recuperación de suelos, atracción de fauna).

La inclusión del Yarumo resulta fundamental, ya que conecta directamente con los ejes de la propuesta didáctica: la relación entre conocimiento ancestral, ecología y procesos químicos asociados a la purificación de metales en la orfebrería Muisca.

b) Fase 3/ laboratorios y relación ciencia y conocimiento ancestral por estudiantes

Laboratorio (*Cecropia Telenitida*)

La práctica tuvo como finalidad identificar cualitativamente la presencia de compuestos secundarios (flavonoides, taninos, saponinas, azúcares y alcaloides) en hojas de guarumo mediante el uso de reactivos caseros, tales como vinagre, bicarbonato de sodio, jabón líquido, alcohol etílico, agua caliente y jugo de limón. Estos reactivos permitieron observar cambios colorimétricos, formación de espuma, liberación de gases y variaciones de solubilidad, acercando a los estudiantes a la fitoquímica básica y a los saberes tradicionales asociados a las propiedades medicinales del guarumo.

Esta actividad se enmarcó en la propuesta pedagógica de enseñanza de reacciones redox y química aplicada a partir del reconocimiento de conocimientos ancestrales, fortaleciendo la relación entre ciencia escolar y prácticas culturales.

Metodología aplicada

- **Enfoque:** cualitativo, de carácter experimental y vivencial.
- **Lugar de desarrollo:** aula de ciencias y espacios de práctica con materiales caseros.

La metodología del laboratorio de la *Cecropia Telenitida* no solo permite aprender química de forma práctica, sino que también fortalece la identidad cultural y ambiental de los estudiantes, al reconocer que la ciencia y el saber ancestral pueden complementarse para explicar y valorar los recursos del territorio.

Laboratorio – electrodeposición y creación de pomada con Guarumo”

La práctica de laboratorio tuvo como finalidad acercar a los estudiantes de grado undécimo a la comprensión de las reacciones redox mediante experiencias experimentales y contextuales. Se buscó integrar la electroquímica con aplicaciones artesanales y un conocimiento ancestral (uso del guarumo en procesos de conservación), en coherencia con la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el enfoque intercultural del trabajo de grado.

Metodología aplicada

- Cualitativo, con énfasis en la descripción y análisis de fenómenos observables, complementando con elementos cuantitativos (masa del electrodo, tiempo de reacción, observación de cambios en el metal).

La experiencia no solo aportó a la comprensión conceptual de la electroquímica, sino que también contribuyó a la formación integral, crítica e intercultural de los estudiantes. Con ello, se consolidó un aprendizaje que integra ciencia, tecnología y cultura, alineado con los propósitos del proyecto pedagógico.

Relación ciencia y conocimiento ancestral por estudiantes

Las presentaciones elaboradas por los estudiantes tuvieron como finalidad integrar contenidos de química (metales, aleaciones, electrodeposición, corrosión) con el conocimiento ancestral Muisca y la creación artesanal de joyas. Cada grupo escogió un metal o aleación (aluminio, latón, cobre, alambre de acero) y lo vinculó con un mito, símbolo o narración cultural, en coherencia con la propuesta pedagógica de enseñanza intercultural de las reacciones redox.

c) Fase 4 prueba de cierre

La prueba de cierre se diseñó con el propósito de valorar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes durante el desarrollo del proyecto de grado “La enseñanza de reacciones de óxido reducción a través de la orfebrería y de conocimientos ancestrales”. Esta prueba buscó medir no solo la comprensión conceptual de los temas químicos, sino también la integración de conocimientos culturales y ancestrales, así como la capacidad de los estudiantes para relacionar la química con su contexto cotidiano y cultural.

6.6 Consideraciones éticas

Se garantiza la confidencialidad, el anonimato y el consentimiento informado de todos los participantes. Se informó previamente a los estudiantes y acudientes sobre los propósitos de la investigación, y se firmaron autorizaciones para el uso de datos con fines académicos. Esta investigación respeta los principios de ética establecidos por la Universidad Pedagógica Nacional y las normativas para trabajos con población escolar (Resnik, 2020).

7.RESULTADOS Y ANÁLISIS

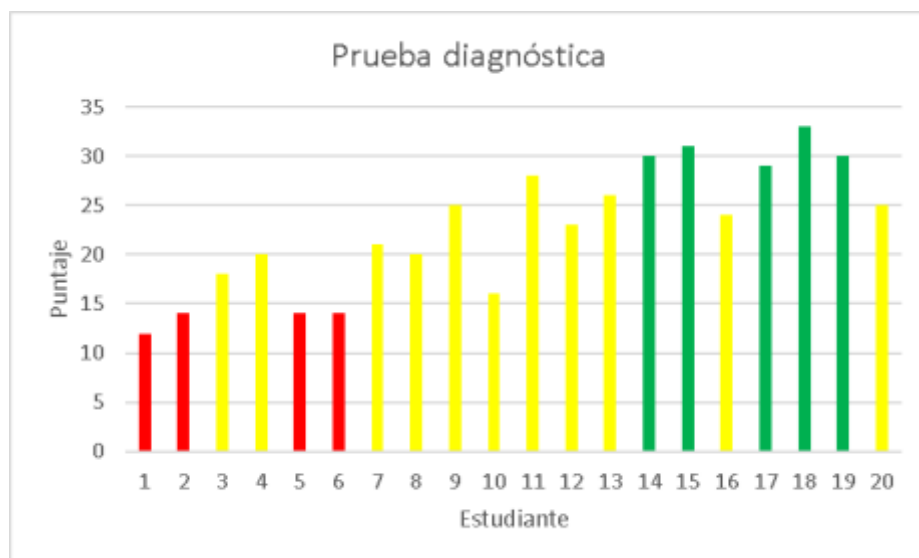
En el presente apartado se presentan los resultados y análisis obtenidos a partir de las diferentes fases y etapas del proceso investigativo, tal como se ilustra en la (figura 4). Las etapas comprenden el diagnóstico inicial, el desarrollo teórico conceptual, las actividades teórico prácticas, la reflexión crítica y cultural, y la evaluación final. A partir de ellas se analizan las actividades diagnosticas, las prácticas experimentales, las habilidades de pensamiento crítico desarrolladas y el desempeño del grupo de estudiantes participante.

7.1 Fase I/Etapa inicial: Prueba diagnóstica

Con la finalidad de reconocer las ideas previas que poseen los estudiantes sobre reacciones redox y conocimientos ancestrales se aplicó la prueba de entrada (Anexo 1), los resultados obtenidos se presentan en la (figura 7), la prueba se dividió en dos secciones de la pregunta 1 a la 13 fueron preguntas de química, de la 14 a la 21 fueron de orfebrería y conocimientos ancestrales.

Figura 7

Distribución de resultados



Fuente: Elaboración propia

Además, se hace una distribución por rangos de desempeño el cual se puede observar en la tabla 3.

Tabla 3

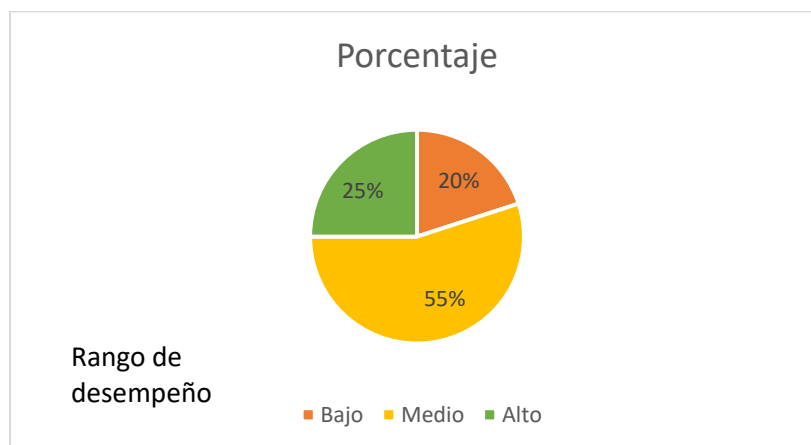
Promedio de resultados

Puntaje mínimo	Puntaje máximo	Promedio	Mediana	Desviación estándar
12	33	23,45	24,5	6,17

Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Porcentaje de rango de desempeño de la prueba diagnóstica



Nota: El análisis se realizó a partir de la clasificación de los puntajes en rangos de desempeño (bajo, medio y alto) Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 8, se evidencia que la mayoría de los estudiantes se ubicó en el rango de desempeño medio, lo cual evidencia que presentan conocimientos fragmentados, es decir, ideas aisladas que no logran articular entre sí, y poco consolidados, en tanto no permiten una comprensión profunda ni una aplicación adecuada de los conceptos evaluados. Esto muestra que, aunque los estudiantes poseen nociones básicas sobre reacciones redox y conocimiento ancestral, estas no están suficientemente estructuradas para interpretar, explicar o relacionar los fenómenos de manera integral.

Principales dificultades detectadas

Conocimientos previos sobre química y redox

Las respuestas obtenidas en el cuestionario diagnóstico evidencian que la mayoría de los estudiantes asoció la química con experimentos, mezcla de sustancias y uso de fórmulas, tal como se refleja en los ítems de selección múltiple relacionados con la concepción general de la disciplina. En las preguntas específicas sobre redox, un porcentaje significativo eligió opciones vinculadas a interpretaciones cotidianas, por ejemplo, “cuando un metal cambia de color” o “cuando algo se daña con el aire” mientras que solo un grupo reducido seleccionó alternativas que incluían la terminología científica correcta, como la transferencia de electrones entre especies químicas o la variación del número de oxidación. Desde un enfoque riguroso, los electrones no se “pierden” ni se “ganan”, sino que se transfieren, proceso que puede conducir a la formación de cationes o radicales dependiendo de la energía involucrada, particularmente la energía de ionización. Estos patrones de respuesta constituyen evidencia de que predominan conocimientos empíricos y descriptivos, con escaso uso del lenguaje formal y limitado nivel de articulación conceptual. Esto confirma la necesidad de estrategias didácticas que conecten la teoría con fenómenos observables y significativos para los estudiantes.

Varios estudiantes asociaron la química con situaciones cotidianas como la cocina, el cambio de color de frutas al oxidarse o la formación de óxido en metales. Esta tendencia se evidencia en las respuestas a las preguntas del diagnóstico: en el ítem 1, el 65% selecciono opciones relacionadas con “mezclar sustancias” o “hacer experimentos” como definición de química; en el ítem 3, el 58% eligió descripciones de oxidación vinculadas al “cambio de color por exposición al aire”, en lugar de la explicación formal basada en la transferencia de electrones. Sin embargo, pocos lograron conectar estos ejemplos con procesos escolares como el balanceo de ecuaciones; en el ítem 5, únicamente el 12% selecciono la opción correcta que relacionaba cambios en el número de oxidación con la representación simbólica de una reacción redox. Estas respuestas muestran que, aunque los estudiantes identifican ejemplos cotidianos de transformación química, no logran transferir esas ideas al lenguaje formal de la química, lo que evidencia un aprendizaje descriptivo, pero no conceptual.

Conocimiento ancestral y orfebrería

La mayoría de los estudiantes reconoció que los pueblos indígenas sabían trabajar el oro o que hacían joyas, lo que evidencia la presencia de un conocimiento cultural general sobre la orfebrería. Sin embargo, ninguno logró explicar los procesos químicos implicados en dichas prácticas, lo cual era esperable en una evaluación diagnóstica, dado que aún no habían sido abordados en la propuesta didáctica. De igual forma, ningún estudiante relaciono el conocimiento ancestral con el uso de plantas en la purificación de metales, pese a que este constituye un componente central de la técnica Muisca. Algunos comentarios reflejaron admiración hacia el arte indígena, pero sin profundizar en su dimensión científica. Esto indica la presencia de un conocimiento cultural difuso, más asociado a lo estético e histórico que a lo conceptual, y al mismo tiempo muestra una oportunidad pedagógica para vincular estos conocimientos con los procesos químicos que los sustentan.

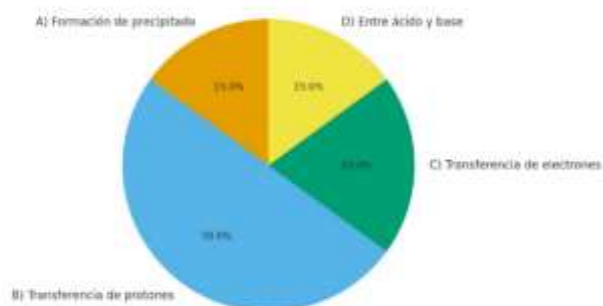
A continuación, se muestra las preguntas en donde tuvieron mayor dificultad:

- En la identificación de óxido reducción (4 estudiantes acertaron de los 20 que presentaron la prueba en la pregunta 1), como se muestra en la figura 9.
- Reconocimiento de agente oxidante y agente reductor (3 estudiantes acertaron de los 20 que participaron)

Figura 9

Respuestas de la pregunta 1

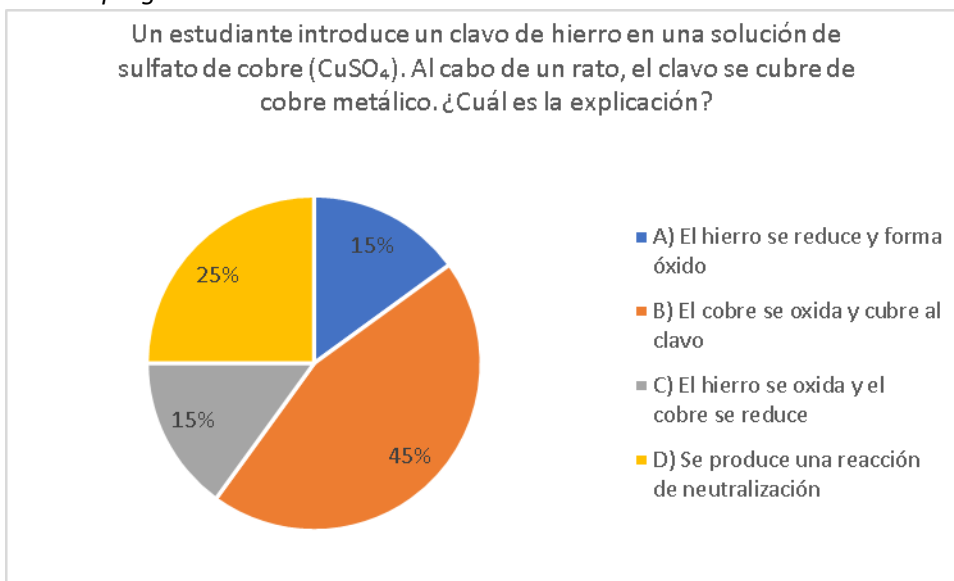
¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una reacción de óxido-reducción (redox)?



Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Respuestas de la pregunta 4



Fuente: Elaboración propia

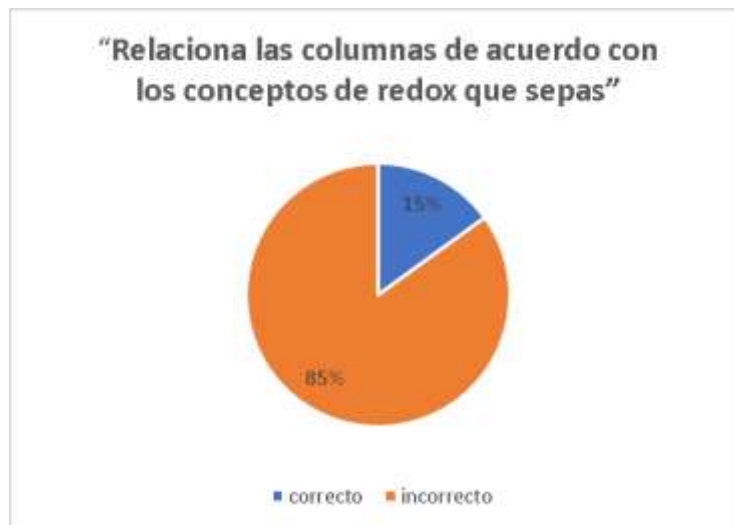
Los resultados reflejados en la figura 10 muestran que hay una confusión conceptual sobre qué especie química actúa como agente oxidante o reductor en la reacción, esta dificultad es común en la enseñanza tradicional de las reacciones redox y confirma la necesidad de estrategias didácticas que contextualicen estos conceptos, tal como se propone en el marco teórico del proyecto. Como señala Esteban (2008), “los estudiantes suelen tener problemas para comprender la transferencia de electrones y la identificación de agentes oxidantes y reductores cuando el aprendizaje se limita a fórmulas abstractas y sin conexión con fenómenos cotidianos”, este resultado evidencia la importancia de continuar fortaleciendo la articulación entre teoría y práctica mediante actividades

experimentales y contextuales que permitan a los estudiantes reconocer y aplicar correctamente los conceptos fundamentales de las reacciones redox.

- Selección de afirmaciones correctas sobre reacciones redox (3 acertaron de los 20).

Figura 11

Respuestas de la pregunta 5



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las respuestas dadas a la pregunta 5, se refleja un déficit significativo en la comprensión conceptual y terminología básica del tema central de la investigación.

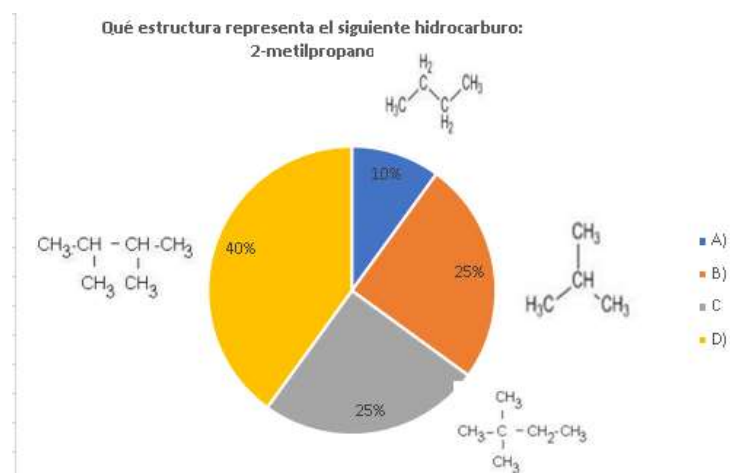
Reconocimiento de estructuras orgánicas

La inclusión de una pregunta relacionada con el reconocimiento de estructuras orgánicas y grupos funcionales (figura 12), tuvo como finalidad evaluar el nivel de alfabetización química general de los estudiantes, particularmente su capacidad para interpretar representaciones moleculares. Este tipo de habilidad constituye un prerrequisito importante para el estudio de procesos redox, pues implica reconocer patrones estructurales, comprender la distribución electrónica y relacionar la estructura de las moléculas con sus propiedades.

- Estructura de 2-metilpropano (5 acertaron de los 20).

Figura 12

Respuestas a la pregunta 11



Fuente: Elaboración propia

Sugiere poca familiaridad con hidrocarburos ramificados.

Relación de conocimientos ancestrales con procesos químicos

- Interpretación de procesos químicos asociados a una joya indígena

Figura 13

Foto de la balsa Muisca



Nota. La imagen muestra la representación de la balsa utilizada por el pueblo Muisca para sus rituales. Fuente: Museo del Oro de Bogotá (2025).

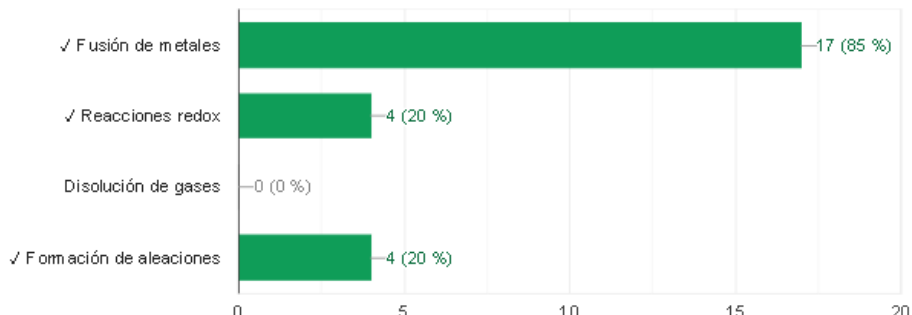
Figura 14

Respuestas a la pregunta 17

17. Observa la siguiente imagen y selecciona las opciones que consideres se pueden relacionar

¿Qué procesos químicos podrías relacionar con la creación de esta joya indígena?

0 de 20 respuestas correctas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las respuestas dadas a la pregunta 17 (figura 14), este patrón indica que, si bien los estudiantes reconocen el proceso físico de fusión, es decir, la transformación del metal por efecto del calor, presentan dificultades para conectar conceptos más abstractos y fundamentales, como las reacciones de oxidación – reducción y los procesos químicos asociados a la metalurgia ancestral. Aunque la formación de aleaciones, como la tumbaga, es principalmente un proceso físico de fusión y mezcla de metales, su comprensión exige integrar un entramado conceptual que incluye fenómenos como la oxidación del cobre, la reducción de óxidos metálicos y las transformaciones estructurales que modifican las propiedades del material. Estos elementos son esenciales para entender la purificación, modificación y transformación de los metales en las prácticas de orfebrería Muisca.

Análisis de las respuestas abiertas de la prueba diagnóstica

- **Pregunta 18. ¿Qué entiendes por "conocimiento ancestral"?**

Algunas de las respuestas de los estudiantes son:

Estudiante 4: *“El conocimiento ancestral es el saber acumulado, transmitido y practicado por los pueblos originarios o comunidades tradicionales a lo largo de generaciones”.*

Estudiante 15: *“Lo que entiendo por conocimiento ancestral, es todo lo aprendido por nuestros antepasados como los diferentes procesos químicos y prácticas culturales que llevaban a cabo para el desarrollo de sus rituales, y como ese conocimiento ha envejecido a favor de nosotros; y de esa misma forma aportar en el desarrollo de nuevos conocimientos”.*

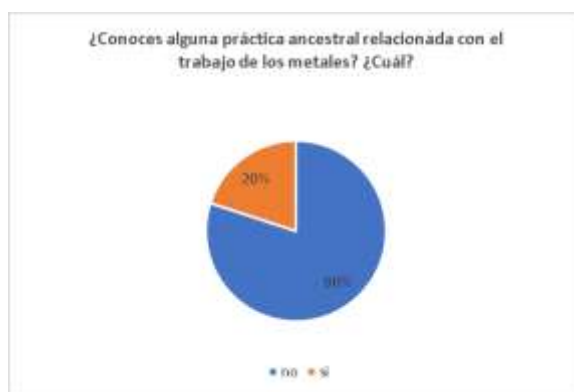
Estudiante 18: *“Dicho conocimiento el cual se hereda de generación en generación, normalmente desde tiempos antiguos como las comunidades indígenas”.*

Para el análisis de las preguntas abiertas se establecieron cinco unidades de análisis:

- (1) Comprensión conceptual de procesos químicos, (2) relación entre conocimiento científico y ancestral, (3) reconocimiento cultural del conocimiento indígena, (4) nivel de argumentación o pensamiento crítico y (5) transferencia y contextualización del conocimiento. Estas unidades permitieron identificar la profundidad conceptual de las respuestas, el tipo de relaciones que los estudiantes establecen entre ciencia y cultura, así como los significados que atribuyen a las prácticas de orfebrería Muisca en el marco de la enseñanza de las reacciones redox.
- **Pregunta 19** *¿Conoces alguna práctica ancestral relacionada con el trabajo de los metales? ¿Cuál?*

Figura 15

Respuestas a la pregunta 19



Fuente: Elaboración propia

Algunas de las respuestas de los estudiantes a la pregunta 19 (figura 15), son:

Estudiante 8: *“el uso del fuego para extraer y procesar metales a partir de minerales. Esta técnica, utilizada desde la prehistoria, incluye procesos como la fundición y el forjado para dar forma a los metales, también se puede basar en el mito de Guatavita”.*

Estudiante 12: *“Sí, una práctica ancestral muy conocida relacionada con el trabajo de los metales, especialmente la desarrollada por culturas indígenas de América, mayas y aztecas”.*

Estudiante 15: *“Sí, por ejemplo, las culturas de América trabajaban el oro mediante la técnica de la fundición”.*

Estudiante 19: *“Inspección de las piedras preciosas y uso de factores como el fuego para cambiar su color”*

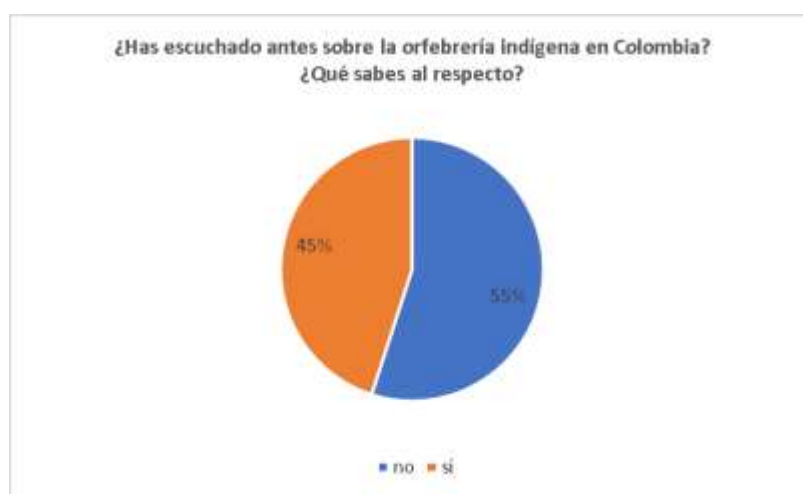
Las respuestas de los estudiantes evidencia que reconocen la existencia de prácticas ancestrales metalúrgicas y asocian el trabajo con metales al uso del fuego y la transformación de materiales, lo

que representa un vínculo inicial entre el conocimiento tradicional y los fundamentos de la química, esta comprensión, aunque todavía general, constituye una base significativa para promover aprendizajes más profundos, pues abre la posibilidad de contextualizar los procesos redox a partir de las técnicas ancestrales de la orfebrería Muisca. De esta manera, se evidencia que los saberes culturales pueden servir como punto de partida pedagógico para desarrollar competencias científicas, fortalecer la identidad cultural y fomentar el dialogo de los conocimientos en el aula.

- **Pregunta 20 ¿Has escuchado antes sobre la orfebrería indígena en Colombia? ¿Qué sabes al respecto?**

Figura 16

Respuestas a la pregunta 20



Fuente: Elaboración propia

Algunas de las respuestas de los estudiantes (figura 16) son:

Estudiante 4: *“Sí, la orfebrería indígena en Colombia es una de las más destacadas y admiradas de toda América precolombina. Se trata de un arte ancestral desarrollado por varias culturas indígenas que vivieron en el actual territorio colombiano, y que trabajaron principalmente el oro y sus aleaciones con gran habilidad técnica y simbólica”.*

Estudiante 8: *“Sus técnicas (muy pocas la verdad), riquezas de diferentes culturas, la historia de nuestros antepasados y sus costumbres como lo era el porte de diferentes accesorios hechos por metales, el más importante el oro”.*

Estudiante 13: *“Es una expresión artística y cultural de gran importancia. Se caracteriza por su diversidad técnica y estilística, reflejando la riqueza de las diferentes culturas y sus entornos geográficos y ecológicos tomando de ejemplo el Museo del oro”.*

Las respuestas revelan que los estudiantes poseen un conocimiento previo favorable sobre la orfebrería indígena, principalmente desde su dimensión cultural y artística, aunque con escasa

profundización en los aspectos científicos o químicos del proceso metalúrgico. No obstante, esta comprensión inicial es muy valiosa pedagógicamente, ya que permite contextualizar los contenidos de la química en especial las reacciones de óxido – reducción dentro de un marco cultural cercano a su realidad.

- **Pregunta 21 ¿Qué beneficios crees que tiene aprender química a partir del reconocimiento los conocimientos ancestrales y la orfebrería?**

Algunas de las respuestas de los estudiantes son:

Estudiante 1: *“Permite valorar la ciencia detrás de las tradiciones y el hecho de conectar la química con la cultura fomenta el respeto por dichas comunidades ancestrales”*

Estudiante 6: *“Procesos los cuales han sido importantes para el desarrollo actual de la ciencia”*

Estudiante 10: *“Conocer más de nuestra historia y principios. Adquirir nuevos conocimientos que no se acostumbra a aprender en el colegio”*

Estudiante 13: *“Aprender química reconociendo los conocimientos ancestrales permite valorar las técnicas tradicionales, comprender los principios científicos detrás de ellas, conservar el patrimonio cultural y aplicar estos saberes de forma sostenible en la actualidad. Además, ayuda a integrar la ciencia moderna con el respeto por la diversidad cultural”*

Las respuestas evidencian que los estudiantes reconocen diversos beneficios de integrar los conocimientos ancestrales en el aprendizaje de la química. En sus argumentos destacan que esta relación favorece la conexión entre ciencia y cultura, promueve el respeto hacia las comunidades originarias y permite comprender la química desde un contexto histórico y territorial propio. Estas respuestas muestran no solo una identificación del valor cultural de los conocimientos indígenas, sino también una apreciación positiva de su aporte a la enseñanza de la química.

Estos resultados muestran que:

- Existe una brecha conceptual importante en reacciones redox, precisamente el núcleo temático de la propuesta.
- La baja relación entre los contenidos científicos y el contexto cultural valida la pertinencia de integrar el conocimiento ancestral de la orfebrería Muisca para ofrecer un aprendizaje más significativo.

La metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permitió que los estudiantes se acercaran a los conceptos de oxidación-reducción en un entorno experimental y culturalmente significativo. A través de actividades prácticas y del trabajo con elementos de la orfebrería ancestral, los estudiantes lograron conectar los contenidos químicos con procesos reales y con prácticas culturales del territorio, lo que favoreció una comprensión más contextualizada. Esta relación entre experimentación, cultura y ciencia posibilitó que identificaran la transformación de los materiales como resultado de procesos físicos y químicos, reconociendo que la metalurgia ancestral integra un conjunto complejo de conocimientos técnicos y simbólicos.

Fase 2 actividades

7.2 “Suelos, minerales y piedras preciosas: conocimiento ancestral Muisca y procesos de oxidación”

Resultados observados

En la implementación (figura 17) y las intervenciones de los estudiantes a través de enseñanza de suelos y minerales (Anexo 2), se identificaron los siguientes aspectos:

Fortalezas

- Durante la discusión sobre el color del suelo, varios estudiantes relacionaron los tonos rojizos y marrones con la presencia de óxidos metálicos, especialmente de hierro. Comentarios como “el suelo es rojo porque tiene óxido de hierro, como las cosas que se oxidan en la casa” o “cuando el cobre se pone verde pasa algo parecido” muestran que los participantes establecen conexiones entre observaciones cotidianas y conceptos químicos básicos. Estas intervenciones constituyen evidencia de una conexión inicial entre conocimiento científico y comprensión cultural del entorno. Como señala el trabajo sobre la fundición ancestral colombiana:

“los metales con diferentes grados de pureza, y también cuando así se deseaba, en aleación, eran sometidos a diversas formas de trabajo que permitían la elaboración de una gran variedad de objetos. Los suelos ricos en óxidos como hematita (óxido de hierro rojo) y goetita (amarillo/marrón) eran fundamentales para la extracción y uso de metales” (Zamora Ayala, 2003).

- Interés en los ejemplos culturales: La relación entre el color verde de la esmeralda y la idea de fertilidad, así como el simbolismo del rojo como “sangre de la tierra” generó interés y preguntas de si ¿todos los colores en las rocas se deben a procesos de oxidación?, esta interpretación, aunque muestra una motivación genuina hacia la conexión entre ciencia y cultura, también puede originar errores posinstruccionales, ya que no todos los colores minerales se explican por reacciones redox. En muchos casos, los minerales ya se encuentran en forma oxidada de manera natural, y sus colores dependen de composición química, su estructura cristalina o la presencia de iones metálicos específicos (por ejemplo, el color verde de la esmeralda se debe al cromo o al vanadio, no a procesos de oxidación recientes). Esto evidencia la necesidad de orientar cuidadosamente la integración entre ejemplos culturales y explicaciones químicas, de modo que el interés del estudiante no derive en generalizaciones incorrectas.
- Reconocimiento de que los procesos de oxidación ocurren más allá del laboratorio. Durante las discusiones, los estudiantes identificaron que las reacciones de oxidación están presentes tanto en la naturaleza como en prácticas culturales y tecnológicas. Este reconocimiento permitió establecer relaciones entre la química y la metalurgia ancestral, destacando que la transformación de los metales está vinculada a procesos naturales y a condiciones ambientales específicas. Que dan análisis que se pueden hacer sobre que nuestra atmosfera es predominantemente oxidante, lo cual favorece la formación espontánea de óxidos metálicos en minerales y objetos cotidianos. Desde esta comprensión, los estudiantes asociaron la metalurgia Muisca con prácticas sostenibles,

entendiendo que la naturaleza proporciona los materiales necesarios, pero que su uso requiere responsabilidad y equilibrio, o en palabras de Martínez Rivera (2015) “la tierra está asociada con la sexualización del mundo mineral, en donde la mina necesita tiempo para volver a engendrar”.

Dificultades conceptuales

Persisten dificultades para explicar los cambios de estado de oxidación a nivel atómico, especialmente al papel de los electrones en la transferencia y en la variación del número de oxidación. Aunque los estudiantes identifican los cambios visibles asociados a la oxidación como el cambio de color en los metales o la presencia de óxidos en el entorno, presentan limitaciones para trasladar estas observaciones al nivel submicroscópico y simbólico. Esto es consistente con las dificultades habituales en química derivadas de la desconexión entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico. Es importante señalar que algunas de las actividades realizadas no tenían carácter evaluativo, por lo que los hallazgos corresponden a patrones de comprensión más que a mediciones de desempeño. Estos resultados refuerzan la importancia de contextualizar los contenidos y emplear prácticas culturales y ancestrales como mediación didáctica para favorecer la articulación entre los distintos niveles de representación de los fenómenos químicos. “El conocimiento tecnológico ancestral involucra una cadena operatoria, en la que el manejo de materiales y procesos como la oxidación eran comprendidos empíricamente” (Martínez Rivera, 2015)

Es necesario reforzar la relación entre factores de formación del suelo y las propiedades químicas de los minerales “la riqueza de los suelos en Colombia, con gran variedad de minerales y metales, fue un factor decisivo en el desarrollo de la metalurgia ancestral, siendo los minerales y su composición química la base para las técnicas orfebres” (Martín Molina, 2007)

Aspectos positivos

La intervención favoreció que los estudiantes relacionaran los contenidos de química con situaciones concretas del entorno, particularmente con el reconocimiento de minerales y cambios visibles asociados a procesos de oxidación. Esta conexión se evidenció en las discusiones y en las respuestas a las actividades en las que los estudiantes identificaron el color del suelo como indicador de la presencia de óxidos metálicos, así como en los comentarios que asociaron transformaciones de materiales con fenómenos naturales. Sin embargo, es importante precisar que esta articulación no implica un dominio profundo de la química inorgánica ni de la geología del suelo, sino una aproximación inicial que permitió reconocer elementos básicos de ambos campos en contexto significativos. Asimismo, varios estudiantes mencionaron el valor cultural de los minerales y su relación con la identidad del territorio, lo que muestra un acercamiento a la dimensión patrimonial del conocimiento, siempre dentro de los límites del trabajo desarrollado. Tal como lo señala Martín Molina et al. (2007):

“la minería y la metalurgia han jugado un papel fundamental en la configuración territorial, cultural y económica de comunidades ancestrales colombianas como los Muiscas, donde minerales como el oro y la esmeralda están ligados a significados de fertilidad y poder espiritual” (p.12)

Se observó disposición e interés hacia la temática, evidenciado por la cantidad de preguntas y las respuestas de la actividad (Anexo 3), que generaron comentarios relacionados con la vida cotidiana, la historia local y sobre el cuidado del medio ambiente.

Figura 17

Foto de la explicación del tema de minerales suelos, minerales y piedras preciosas



Fuente: Elaboración propia

Los resultados permiten afirmar que la integración entre el conocimiento ancestral y los procesos de oxidación generó un puente conceptual significativo entre ciencia y cultura. Esto se evidencio en las discusiones sobre el color del suelo, donde los estudiantes relacionaron la tonalidad rojiza con la presencia de óxidos metálicos, reconociendo la oxidación como un proceso natural del entorno. Asimismo, en las actividades culturales varios participantes asociaron minerales como el oro y las esmeraldas con su valor histórico y simbólico en los pueblos indígenas, mostrando conexiones entre materiales, transformaciones químicas y patrimonio cultural. En las preguntas abiertas se expresaron ideas que resaltan la utilidad de vincular conocimientos ancestrales con la química, lo que indica una percepción más significativa, contextualizada y cercana de la disciplina. Si bien estos resultados no implican un dominio profundo de los conceptos de oxidación-reducción, si muestran una aproximación inicial que favorece la comprensión y relevancia cultural del contenido enseñado.

7.3 Actividad “El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental”

Fortalezas

Durante la discusión sobre la composición mineral del suelo (Anexo 4), surgió de manera espontánea un interés por parte de algunos estudiantes en los silicatos y sus aplicaciones tecnológicas. Aunque este contenido no formo parte de los objetivos centrales de la propuesta, permitió breves conexiones con procesos extractivos y reflexiones sobre sostenibilidad ambiental.

En cuanto al ciclo del carbono Esteban Santos (2008) explica que “el carbono es el elemento principal de la biosfera” y que “las plantas verdes sintetizan hidratos de carbono a partir de dióxido de carbono y agua mediante fotosíntesis” (p. 136), los estudiantes manifestaron ideas generales

asociadas al papel del suelo como reservorio de materia orgánica y como elemento del equilibrio climático, lo cual se interpretó como comprensión inicial derivada de sus propios referentes y no de una instrucción directa sobre cambio climático. Estas ideas, aunque valiosas para el diálogo contextual, no constituyen resultados vinculados al propósito central de la investigación.

La participación activa de los estudiantes en la identificación de amenazas ambientales locales, como la erosión en zonas rurales cercanas y la contaminación por residuos sólidos, reflejó un compromiso con problemáticas concretas de su entorno, facilitando la conexión entre la teoría y la realidad cotidiana, desde la perspectiva de la química aplicada a la agricultura, Esteban Santos (2008) resalta que “la química agrícola permitió la síntesis de fertilizantes artificiales que favorecieron la producción alimentaria” (p. 147), lo que se vincula con la importancia de la mineralogía y química del suelo para la sostenibilidad ambiental y la producción agrícola que los estudiantes comenzaron a explorar.

Dificultades

Hubo una escasa vinculación espontánea con el conocimiento ancestral y las prácticas tradicionales de manejo del suelo, esto revela una oportunidad importante para integrar conocimientos culturales en el currículo, enriqueciendo el aprendizaje desde una perspectiva intercultural que valore y reconozca el conocimiento indígena y campesino en el cuidado sostenible del suelo.

Aspectos de la actividad

En la discusión asociada a la composición del suelo y sus minerales (Anexo 5), algunos estudiantes realizaron comentarios espontáneos sobre aplicaciones tecnológicas de materiales presentes en la naturaleza, como los utilizados en paneles solares o dispositivos electrónicos. Aunque estos aportes no formaron parte del contenido instruccional ni se evaluaron formalmente, sí reflejan un interés por vincular la química con problemáticas contemporáneas, especialmente en temas de sostenibilidad y uso de recursos naturales.

Estas intervenciones se interpretan como conexiones contextuales generadas durante la conversación, más que como evidencia de adquisición de contenidos disciplinares. En este sentido, coinciden con la idea señalada por Zamora Ayala (2003), quien destaca que el aprovechamiento de minerales ha tenido históricamente un papel relevante en el desarrollo cultural y tecnológico de diversas sociedades. Sin embargo, dichas conexiones deben entenderse como observaciones emergentes y no como resultados directos de la estrategia didáctica centrada en las reacciones redox y la orfebrería Muisca.

Respecto al interés tecnológico de los silicatos y minerales en el suelo, que despertó preguntas sobre minería y desarrollo tecnológico, el documento “historia de la minería y los procesos metalúrgicos en Colombia” (Molina et al., 2007) describe la evolución minera desde la conquista “la minería fue el gran promotor que provocó el poblamiento de los departamentos de Antioquia, Chocó, Nariño y Caldas” y “la minería de metales preciosos generó conflictos sociales y deficiencias en servicios públicos” (p.4). Esto refleja el vínculo complejo entre minería, desarrollo tecnológico y sostenibilidad social y ambiental, que los estudiantes lograron contextualizar cumpliendo parte de los objetivos de generar pensamiento crítico por medio del enfoque ABP, identificando que los procesos industriales para purificación de metales como el ácido sulfúrico para limpiar el oro genera

un impacto ambiental que se puede solucionar si se hace un buen uso de las reacciones redox naturales que mitigan el daño ambiental.

Se evidencio la necesidad de fortalecer la conexión entre el conocimiento ancestral y los enfoques científicos del suelo, para que el aprendizaje se construya desde una perspectiva intercultural, respetuosa y enriquecedora, esta integración puede potenciar la formación de ciudadanos conscientes y comprometidos con la protección de su entorno, capaces de valorar tanto la ciencia como las prácticas tradicionales que han sostenido el equilibrio ecológico a lo largo del tiempo, los riesgos higiénicos en la minería y orfebrería, como señala Montero Simó (2001), evidencian la necesidad de comprender las implicaciones sociales y ambientales de la actividad minera y tecnológica, un aspecto que la actividad despertó en los estudiantes al cuestionar minería y desarrollo tecnológico.

7.4 Práctica de laboratorio: Textura y composición de un suelo

La práctica sobre textura y composición del suelo (Figura 18), permitió a los estudiantes comprender la relación entre los componentes minerales del suelo y los procesos de transformación natural que influyen en su estructura (Anexo 6), a partir del reconocimiento de las fracciones texturales (arena, limo, arcilla, etc.), durante el desarrollo experimental, los estudiantes identificaron el color, la granulometría y la plasticidad del suelo, variables que reflejan no solo su origen geológico, sino también su fertilidad y capacidad de retención de agua. Este análisis permitió relacionar el conocimiento empírico de las comunidades Muisca con los conceptos actuales de química ambiental y geológica puesto que, para los antiguos orfebres, la tierra no solo era un recurso material, sino un elemento sagrado asociado al fuego, el agua y aire, los cuales intervenían en la transformación de los metales (Martínez Rivera, 2015). Según la autora, “la gestación de los metales, desde el corazón de la tierra, era comprendida como un proceso vivo, un tejido de materia y espíritu que hacía parte de la cosmovisión Muisca” (Martínez Rivera, 2015, p.26).

Figura 18

Fotos del desarrollo de la práctica del suelo



Fuente: Elaboración propia

Por medio de esta actividad se contribuyó al desarrollo de una cultura científica contextualizada, tal como propone Esteban Santos (2008), al afirmar que “la enseñanza de la ciencia debe partir de los contextos reales y culturales del estudiante, promoviendo la comprensión de la química como parte de la vida cotidiana” (p.17). en este sentido el análisis de los suelos se abordó no solo desde su composición química. Sino desde su valor simbólico y ambiental, integrando la observación empírica con la interpretación cultural del territorio. La actividad permitió reconocer la estrecha relación entre la ciencia, el arte y el ambiente, en palabras de Zamora Ayala (2003), “la metalúrgica prehispánica no solo fue una técnica de transformación de los materiales, sino una expresión de conocimiento profundo de la naturaleza” (p.36). de esta manera, el estudio del suelo, su textura y composición se convierte en un punto de encuentro entre el pensamiento científico y los conocimientos ancestrales, ofreciendo a los estudiantes una visión con una perspectiva integral del entorno natural y de su papel en la creación material y simbólica de las culturas originarias.

Características físicas iniciales del estudio de los suelos

- **Colores predominantes:** tonos marrón claro y oscuro, con variaciones que sugieren diferencias en contenido de materia orgánica y óxidos de hierro.
- **Olor y aspecto:** suelos con mayor materia orgánica presentaron olor más intenso y textura más suelta.

Moldeabilidad y humedad

La moldeabilidad es la propiedad que tiene un material para cambiar de forma bajo la acción de una fuerza (presión, estiramiento, amasado) sin fracturarse, los suelos con mayor proporción de arcilla mostraron alta plasticidad y facilidad para formar cilindros. Muestras con predominio de arena presentaron baja cohesión y se desmoronaron con facilidad. Registro de la práctica por parte de los estudiantes (Anexo7).

Clasificación textural

Se identificaron al menos cuatro clases texturales: franco-arenoso, franco, franco-arcilloso y arcilloso. Las diferencias se atribuyeron a la ubicación de recolección, tipo de roca madre y prácticas de uso del suelo.

Análisis e interpretación

Variabilidad de texturas: Confirma que la composición mineral y la historia de uso del suelo influyen directamente en su estructura.

Relación con la disponibilidad de nutrientes: Suelos con mayor proporción de arcilla tienden a retener más nutrientes y agua, mientras que los arenosos favorecen el drenaje, pero pueden presentar deficiencias nutricionales.

Vínculo con procesos químicos: La presencia de colores rojizos en algunas muestras indica oxidación de hierro, conectando la práctica con el tema central de reacciones redox y conocimientos ancestrales sobre el uso de pigmentos minerales.

La práctica permitió a los estudiantes reconocer la importancia de la textura del suelo en la fertilidad, retención de agua y actividad microbiana, así como su relación con fenómenos químicos

naturales. Además, la comparación entre muestras fomentó el análisis crítico sobre las condiciones ambientales y el manejo del suelo en sus comunidades, sentando bases para futuras actividades en las que se profundizará en la relación entre química, sostenibilidad y conocimiento ancestral, y la recolección del agua del río Carare lo realizaron con la docente Dora Amado de la institución Luis Carlos Galán Sarmiento en donde los estudiantes compararon la contaminación de los suelos con la del agua y cual se ve más afectada, lo que generó curiosidad en los estudiantes para futuras investigaciones de sostenibilidad.

7.5 Reacciones químicas y balanceo redox

Dificultades detectadas

La prueba inicial evidenció dificultades conceptuales en la identificación de oxidación, reducción y agentes redox (Anexo 1). En respuesta a estos resultados, la presentación (Anexo 8) incluyó

- Explicaciones operativas de oxidación y reducción basadas en la transferencia de electrones y en los cambios del número de oxidación.
- Ejemplos donde los estudiantes reconocieron cómo varía el número de oxidación de distintos elementos durante una reacción redox.
- Ejercicios guiados de balanceo por el método ion-electrón en medio ácido y básico, orientados a fortalecer la comprensión del proceso sin fines evaluativos.

Esto permitió atender de forma directa los errores frecuentes observados (p. ej. confusión entre agente oxidante y reductor).

Según las observaciones de la implementación:

- La presentación sirvió como puente conceptual: permitió que los estudiantes visualizarán el proceso de transferencia de electrones y practicarán el balanceo, antes de relacionarlo con la orfebrería y el conocimiento ancestral.
- Se observó un aumento en la participación y el interés de los estudiantes, especialmente durante la discusión de ejemplos contextualizados y ejercicios guiados. Este comportamiento es consistente con la fase inicial del ABO, en la cual la formulación del problema y la exploración de ideas permiten activar la motivación intrínseca de los estudiantes frente al trabajo planteado.
- Persistieron dificultades en la comprensión submicroscópica de las reacciones redox, particularmente en la interpretación de la transferencia electrónica y su relación con los cambios en los números de oxidación. Este tipo de comprensión exige niveles de abstracción elevados, por lo que se requieren apoyos visuales y actividades complementarias.

La presentación no solo reforzó los conceptos básicos de redox, sino que también preparó el terreno para integrar el conocimiento ancestral de la orfebrería. Es decir:

- Primero se estableció un dominio básico de la teoría con esta clase guiada.
- Luego se vinculó con las prácticas del Yarumo y la fundición Muisca en las fases posteriores.

- Una actividad de aprender a dibujar desde reacciones redox (Anexo 9), consistió en resolver preguntas de opción múltiple y cada respuesta les daba una coordenada que se debían ubicar en un plano, si resolvían las preguntas y las reacciones redox de forma adecuada, al ubicar las coordenadas descubrirían el animal oculto tal como se muestra en la figura 19.

Figura 19

Animales que se enseñaron a dibujar a través de la química



Fuente: Elaboración Propia

El desarrollo de la práctica sobre reacciones químicas y balanceo redox permitió a los estudiantes comprender los procesos de transformación de la materia a partir de situaciones contextualizadas en la orfebrería ancestral durante la actividad, se enfatizó la relación entre los procesos de oxidación y reducción en los metales y los cambios observados durante su exposición al aire, al fuego y a diferentes reactivos naturales, como extractos vegetales o sales minerales. La actividad buscó promover una comprensión fenomenológica y contextualizada de los procesos redox, y que se construya un aprendizaje que uniera la química con los conocimientos técnicos y simbólicos de la cultura Muisca.

En la orfebrería ancestral, la fundición y el trabajo del oro, la tumbaga y el cobre eran entendidos no solo como actos materiales, sino también como transformaciones espirituales mediadas por los elementos naturales. Según Martínez Rivera (2015), “el paso del metal a la luz, del fuego al brillo, del cobre al oro, era un proceso simbólico de equilibrio y transformación entre lo masculino y lo femenino” (p.84), en ese sentido la práctica del balanceo redox permitió reinterpretar esos procesos simbólicos como reacciones químicas de transferencia de electrones, en las que el metal se oxida al ceder electrones, mientras que la especie que los recibe se reduce. En este sentido, el agente reductor es la especie que entrega electrones y, por ello, se oxida, y el agente oxidante es la que acepta esos electrones y se reduce, modificando su estado químico en el proceso.

En este sentido, la presentación funcionó como fase intermedia que permitió que el aprendizaje de reacciones redox no quedara aislado en lo abstracto, sino que se convirtiera en un insumo para la resignificación cultural y experimental, al observar los análisis de los estudiantes, relacionaron los fenómenos de oxidación del cobre con los cambios del color y textura en las superficies metálicas, lo cual permitió explicar desde la química lo que los antiguos artesanos interpretaban como una “transformación del alma del metal”, tal como plantea Zamora Ayala (2003, “ la metalúrgica prehispánica fue una síntesis de conocimiento empírico, técnico y espiritual, donde el dominio del fuego permitió la creación de nuevas sustancias y significados” (p.37).

7.6 “Explorando la Flora”

Se desarrolló como un espacio interdisciplinario que articuló la biología, la química y los conocimientos ancestrales, orientado al reconocimiento del valor ecológico, medicinal y cultural de las plantas del entorno. Durante el ejercicio, los estudiantes realizaron descripciones de las características morfológicas de distintas especies, elaboraron clasificaciones básicas según usos tradicionales y registraron observaciones en campo (Anexo 10). Estas producciones permiten inferir el desarrollo de competencias científicas relacionadas con la descripción y categorización, además de reflexiones iniciales sobre el papel de las plantas en la sostenibilidad y el conocimiento ancestral, lo que evidencia un acercamiento a la reflexión crítica desde una perspectiva intercultural.

Durante la actividad (Anexo 11), los estudiantes elaboraron una bitácora de exploración botánica, donde registraron observaciones sobre especies locales destacando el Yarumo (*Cecropia telenitida*) como planta de especial relevancia por su papel en la sucesión ecológica y su uso tradicional, esta planta fue reconocida por su capacidad para atraer fauna y regenerar suelos, además de sus propiedades medicinales. Tales apreciaciones fortalecieron el diálogo entre el conocimiento ancestral y el científico, durante la implementación, se evidenció:

Alta motivación: En torno al Yarumo, dado que los estudiantes ya lo habían reconocido en actividades previas del proyecto.

Valoración cultural: Algunos participantes resaltaron los usos medicinales transmitidos por sus familias, lo que facilitó el diálogo entre ciencia escolar y conocimiento ancestral.

Conciencia ambiental: La discusión sobre deforestación y minería generó reflexiones sobre la importancia de la conservación y el papel de los jóvenes en la protección de los ecosistemas.

El proceso de observación y clasificación vegetal también propició reflexiones sobre las amenazas ambientales derivadas de la deforestación y la minería reconociendo la necesidad de conservar los ecosistemas en este sentido el trabajo con especies nativas permitió generar conciencia ecológica y sentido de pertenencia hacia el territorio, contribuyendo al desarrollo de una actitud crítica frente a los problemas ambientales locales, según la autora Martínez Rivera (2015), “ la relación entre el ser humano y los elementos naturales en la cosmovisión Muisca respondía a un principio de equilibrio, donde la transformación de la materia implicaba respeto por los ciclos vitales” (p.85). esta visión fue retomada por los estudiantes al vincular la vegetación con la estabilidad del suelo y el ciclo de los metales en la orfebrería.

La actividad permitió además evidenciar el potencial pedagógico del Yarumo como recurso didáctico para la enseñanza de la química especialmente en el abordaje de las reacciones redox, la planta al ser utilizada posteriormente en los laboratorios de fitoquímica, sirvió como mediadora entre el conocimiento empírico y la comprensión científica de los procesos químicos, reforzando la idea de que “ la ciencia puede dialogar con los conocimientos tradicionales para construir aprendizajes contextualizados” (Zamora Ayala, 2003,p.37).

En coherencia con el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y con el propósito de contextualizar los saberes ancestrales vinculados a la orfebrería Muisca, la actividad “explorando la Flora” funcionó como un espacio introductorio para reconocer las plantas presentes en el entorno escolar y sus usos tradicionales. Aunque esta actividad no se orientó directamente a la enseñanza

de las reacciones redox, sí apporto elementos relevantes para el primer objetivo específico, al permitir identificar ideas previas sobre el valor cultural y funcional de ciertas especies vegetales asociadas a prácticas ancestrales. Durante la explicación, los estudiantes realizaron descripciones básicas y registros en campo (Anexo 10), lo que favoreció un acercamiento inicial a la observación y al análisis del entorno natural desde una perspectiva intercultural. Este ejercicio proporcionó un marco contextual que posteriormente facilitó la comprensión del papel de plantas como el Yarumo (*Cecropia Telenitida*) en procesos de purificación de metales, apoyando así el segundo objetivo específico. De esta manera, la actividad cumplió una función de sensibilización y ambientación cultural dentro del proyecto, contribuyendo a integrar naturaleza, tradición y ciencia como parte del enfoque general de la propuesta didáctica.

Fase 3/ laboratorios y relación ciencia y conocimiento ancestral por estudiantes

7.7 “Práctica de laboratorio con hojas de guarumo”

La práctica de laboratorio tuvo como propósito identificar de manera cualitativa la presencia de compuestos secundarios en extractos de hojas de Yarumo (*Cecropia Telenitida*) utilizando reactivos caseros (Anexo 12), planta emblemática en el contexto Muisca y utilizada históricamente en procesos de purificación de metales, los estudiantes observaron experimentalmente cómo los extractos vegetales del Yarumo actúan como agentes naturales que intervienen en reacciones de tipo oxidación-reducción, permitiendo reflexionar sobre la forma en que los conocimientos tradicionales anticiparon principios fundamentales de la química actual. Los resultados obtenidos se sintetizan en la tabla 5:

Tabla 5

Identificación de compuestos en las hojas de Yarumo

Prueba realizada	observación	Interpretación
Flavonoides (limón/vinagre)	Coloración amarilla intensa en el extracto.	Presencia de flavonoides.
Taninos (vinagre)	Precipitado marrón y oscurecimiento del extracto.	Evidencia de compuestos fenólicos (taninos).
Saponinas (agitación + jabón)	Espuma estable y persistente.	Presencia de saponinas.
Azúcares (bicarbonato + calor)	Cambio de color a café/anaranjado.	Presencia de azúcares reductores.
Alcaloides (vinagre + calor)	Ligera turbidez blanquecina.	Posible presencia de alcaloides.

Fuente: Elaboración propia

Las fotografías de la práctica con el Yarumo figuran 20, permiten verificar la participación de los estudiantes y el uso de materiales propios de la tradición ancestral estudiada. Su aporte es principalmente procedimental y contextual, en coherencia con el enfoque cualitativo y con el propósito de integrar elementos culturales en la enseñanza de la química.

Figura 20

Fotos de la práctica desarrollada del Yarumo



Fuente: Elaboración propia

Durante la experiencia, se prepararon extractos acuosos de las hojas del guarumo para evaluar su efecto sobre superficies metálicas oxidadas. Este procedimiento fue interpretado no solo como una práctica científica, sino también como un ejercicio de revalorización cultural, tal como señala Martínez Rivera (2015), “el suelo, las plantas y los metales eran concebidos como elementos vivos con los que se dialogaba en equilibrio, donde la transformación implica respeto y conocimiento del entorno” (p.85). desde esta perspectiva los estudiantes comprendieron que las comunidades indígenas no solo usaban las plantas con fines utilitarios, sino que integraban en su práctica una comprensión simbólica de la materia.

Los resultados evidencian que las hojas de guarumo contienen diversos metabolitos secundarios (flavonoides, taninos, saponinas y azúcares), asociados a los usos medicinales tradicionalmente atribuidos a esta planta. La reacción más evidente fue la de las saponinas, dada la formación de espuma persistente, lo que facilitó su identificación (Figura 21). Asimismo, el cambio de color en la prueba de flavonoides (Figura 22) permitió un reconocimiento visual claro para los estudiantes.

Figura 21

Identificación de saponinas



Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Identificación de flavonoides



Fuente: Elaboración propia

Desde una perspectiva cultural, la presencia de compuestos secundarios como taninos y flavonoides se relacionan con los usos medicinales atribuidos tradicionalmente al Yarumo, planta empleada como broncodilatador, diurético y cicatrizante en diversas comunidades (FAO, 1996). Si bien los ensayos realizados en esta práctica fueron únicamente cualitativos y de carácter formativo, la identificación preliminar de estos metabolitos permite establecer conexiones entre los saberes empíricos ancestrales y el lenguaje científico escolar, dado que los taninos y flavonoides poseen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias ampliamente documentadas en la literatura especializada.

Este ejercicio experimental abrió la posibilidad de reflexionar sobre cómo el conocimiento tradicional se articula con principios químicos, incluso cuando su formulación original no utiliza terminología científica. Como señala Zamora Ayala (2003), “la metalurgia prehispánica no solo fue un conjunto de técnicas extractivas, sino un arte que conjuga observación, práctica y significado espiritual en torno a los metales y sus transformaciones” (p.37). Esta perspectiva refuerza la idea de que los pueblos originarios desarrollaron comprensiones profundas sobre los procesos naturales, expresadas a través de prácticas simbólicas, técnicas y rituales, lo cual sirve como puente pedagógico para vincular contenidos químicos con el patrimonio cultural.

En el plano pedagógico, la práctica favoreció a la conversación de cómo el Yarumo podría haber sido utilizado en los antiguos talleres de orfebrería para preparar los metales antes de la fundición. De esta forma la práctica de laboratorio se convirtió en una oportunidad para reconocer la química como un conocimiento que ha existido desde las culturas originarias, resignificando su enseñanza a partir de una mirada integradora.

A través del laboratorio se evidenciaron aprendizajes tanto conceptuales como actitudinales lo que facilitó que los estudiantes comprendieran mejor los principios de oxidación y reducción en un contexto significativo, fortaleciendo su pensamiento crítico y valoración de los conocimientos ancestrales como una fuente de conocimiento científico, tal como afirma Molina, Betancurth y Rodríguez (2007), " las técnicas metalúrgicas indígenas constituyeron los cimientos del conocimiento sobre la materia y la transformación, aportando no solo al desarrollo económico, sino también al pensamiento simbólico de las comunidades" (p.2).

La actividad permitió que los estudiantes comprendieran la química no como un conjunto fragmentado de conceptos aislados, sino como una ciencia integrada que dialoga con la historia, la cultura y la naturaleza. Esta articulación se evidenció en los informes elaborados por los estudiantes (Anexo 13), en los que relacionaron los resultados del laboratorio con los usos tradicionales del guarumo y con explicaciones químicas básicas sobre los compuestos presentes en las plantas.

Los estudiantes destacaron tres ideas principales tras la práctica:

1. El guarumo no solo tiene un valor cultural y ancestral, pero también puede analizarse desde una perspectiva científica.
2. La prueba realizada es válida bajo el estándar de tamizaje fitoquímico cualitativo (screening), empleando como aproximación preliminar para sugerir la presencia de metabolitos secundarios. Aunque no constituye una confirmación analítica de laboratorio, posee validez indicativa y pedagógica dentro del contexto escolar de esta investigación.
3. El conocimiento ancestral y el conocimiento científico no son opuestos, sino complementarios mientras las comunidades indígenas usaban la planta en rituales y como medicina, la química permite explicar sus propiedades.

La práctica de laboratorio con hojas de Yarumo constituyó un espacio integrador que fortaleció la comprensión de la química en diálogo con la biodiversidad y la tradición cultura dando resultados en los indicadores de metabolitos secundarios como se ve en la figura 23, alineándose con los objetivos de la propuesta de enseñanza basada en proyectos.

Figura 23

Identificación de compuestos en hojas de Yarumo con los resultados de los estudiantes



Fuente: Elaboración propia

De igual manera se realizó un registro de los grupos de trabajo y de sus resultados durante la identificación cualitativa de metabolitos en las hojas de Yarumo como se aprecia en la figura 24.

Figura 24

Registro general de los grupos de clase en la identificación de compuestos en las hojas de Yarumo (Cecropia Telenitida)



Fuente: Elaboración propia

7.8 “Práctica de laboratorio – electrodeposición y creación de pomada con guarumo”

Esta práctica integro el conocimiento científico con los conocimientos ancestrales en torno al uso del Yarumo (*Cecropia telenitida*), desarrollándose en tres momentos complementarios: (1) una electrodeposición de soluciones salinas para observar fenómenos de oxidación y reducción de manera accesible; (2) una experiencia con solución de sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) donde los estudiantes identificaron los cambios característicos de los procesos redox en los electrodos; y (3) la elaboración artesanal de una pomada con extractos vegetal de Yarumo como aplicación biotecnológica y cultural (Anexo 14). La actividad permitió articular los fundamentos electroquímicos con prácticas tradicionales de la medicina natural y la orfebrería, evidenciando la conexión entre ciencia, arte y naturaleza.

Electrodeposición del agua con NaCl

En la primera fase experimental, los estudiantes realizaron un montaje sencillo eléctrico utilizando electrodos metálicos sumergidos en una disolución de cloruro de sodio. Esta actividad tuvo un carácter demostrativo y formativo, permitiendo observar cambios macroscópicos como la formación de oxidación y reducción de los metales. A partir de estas observaciones, se discutieron las reacciones básicas de oxidación y reducción que se producen en el ánodo y el cátodo durante el paso de corriente eléctrica.

Más que evidenciar procesos cuantitativos o realizar una electroquímica rigurosa, la actividad buscó ofrecer a los estudiantes una primera aproximación visual a los fenómenos redox, de manera accesible y comprensible. La relación con los procesos metalúrgicos ancestrales no se estableció desde la equivalencia técnica, sino desde una reflexión conceptual sobre cómo diferentes culturas han transformado la materia mediante energía, calor y agentes naturales. En este sentido, la

interpretación se apoyó en la perspectiva de Martínez Rivera (2015), quien describe que “los orfebres Muiscas eran verdaderos transformadores de la materia; dominaban procesos de fusión, aleación y purificación del oro mediante técnicas que integraban fuego, aire y plantas” (p.215).

De este modo, la electrodeposición se empleó como un recurso pedagógico para introducir el lenguaje de la oxidación y reducción, y para promover la reflexión sobre cómo distintos conocimientos ancestrales y contemporáneos abordan la transformación de los materiales, sin que ello implique equivalencias experimentales directas.

Electrodeposición con $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

La electrodeposición fue desarrollada como una extensión práctica con el propósito de mostrar como los principios electroquímicos que hoy se explican desde la ciencia tiene raíces en los antiguos procesos de purificación y recubrimiento metálico empleados por los pueblos originarios, en esta experiencia los estudiantes aplicaron diferencia de potencial a una disolución metálica (sulfato de cobre Penta hidrato) figura 25, observando cómo los iones del metal se reducían y se depositaban sobre un electrodo, fenómeno que permitió comprender la transferencia de electrones y el control de la oxidación – reducción en sistemas reales.

Figura 25

Electrodeposición en grafito



Fuente: Elaboración propia

En este sentido, la electrodeposición fue analizada como un equivalente contemporáneo de los procedimientos de dorado y afinación utilizados por los Muiscas quienes lograban recubrir sus piezas con capas de oro mediante procesos físico- químicos basados en el calor, la oxidación y el empleo de vegetales reductores como el Yarumo. El experimento permitió a los estudiantes evidenciar cómo la energía eléctrica reemplaza, en la actualidad la energía térmica que antiguamente activaba las reacciones químicas, durante la práctica se observaron los cambios de color y textura en las superficies metálicas, representando la formación de una nueva capa de material.

Además, con el proceso de observación se vinculó con los hallazgos arqueológicos sobre técnicas de recubrimiento descritos por Martínez Rivera (2015), quien señala que “la tumbaga, aleación de oro y cobre, era tratada mediante oxidaciones controladas que luego se reducían para devolver al metal su color dorado y brillo solar” (p.86). dicho proceso guarda un notable paralelismo con la electrodeposición, donde la reducción catódica no restituye, sino deposita metal puro sobre una superficie conductora mediante el paso de corriente eléctrica. Con la práctica se fomentó una reflexión sobre el significado simbólico del recubrimiento metálico en las culturas indígenas, más allá de la fundición estética el brillo del oro era concebido como una manifestación del poder solar y espiritual. Martínez Rivera (2015) lo explica al afirmar que “el oro, color de la vida, representaba la energía del sol (Sue) y el principio masculino que daba forma y fertilidad a la materia” (p.82). desde esta mirada la electrodeposición fue comprendida como una metáfora de la regeneración un proceso en el cual la materia se renueva mediante la acción de la energía, tal como ocurría en los antiguos rituales de fundición.

Para la electrodeposición se utilizó una puntilla de hierro, aluminio, grafito y cobre en donde sucedió que el cátodo metálico mostró formación de una capa rojiza de cobre y a mayor tiempo de electrodeposición, mayor grosor de la capa depositada, algunos cátodos presentaron recubrimientos irregulares debido a falta de agitación de la solución o variaciones en el contacto eléctrico, las dificultades que tuvieron algunos estudiantes fueron que la diferencia en tiempos de exposición generó discrepancias en la uniformidad de los resultados y algunos estudiantes asocian erróneamente el proceso con una simple “pintura metálica”, lo cual requirió una explicación para aclarar que se trataba de una reducción electroquímica.

Las fortalezas que se evidenciaron durante la práctica es que los estudiantes pudieron entender que los iones Cu^{2+} del sulfato de cobre en la electrodeposición se reducen a cobre metálico en el cátodo, esta observación tangible favoreció que relacionaran el experimento con prácticas de la orfebrería ancestral, en las que también se modifican las superficies metálicas mediante procesos de oxidación y reducción aunque no en sistemas eléctricos, sí mediante calor, carbón vegetal, extractos vegetales y control atmosférico.

Esta conexión se dio de manera natural porque ambos procedimientos comparten un principio químico central: la transformación redox de los metales para alterar su pureza, su apariencia o su valor simbólico. Por ello, la electrodeposición funciona como un puente pedagógico efectivo ente la electroquímica escolar y las prácticas metalúrgicas Muiscas, núcleo de la propuesta didáctica al integrar conocimiento científico con saberes técnicos y culturales.

Pomada con extracto de guarumo

Los estudiantes elaboraron una pomada con hojas de Yarumo, maceradas y mezcladas con cera de abejas y aceite mineral como se aprecia en la (figura 26), esta formulación tradicional, conocida en comunidades rurales por sus propiedades antiinflamatorias y regenerativas, permitió discutir los principios químicos implicados en la extracción de compuestos bioactivos y su relación con procesos de óxido reducción en los aceites y pigmentos vegetales. Zamora Ayala (2003) explica que “los pueblos prehispánicos desarrollaron técnicas metalúrgicas y extractivas basadas en la observación empírica de los procesos naturales, logrando un dominio de las reacciones químicas sin recurrir a la

terminología moderna” (p.37), en este sentido la creación de la pomada se interpretó como una continuidad de ese legado técnico y simbólico.

Durante la práctica, los estudiantes reflexionaron sobre cómo la combinación de la electrodeposición y el uso de plantas medicinales evidencia que la ciencia puede dialogar con los conocimientos ancestrales, este dialogo no busca reemplazar uno por otro, sino integrar la comprensión material con la visión espiritual de la naturaleza, tal como señala Martínez Rivera(2015), “ el conocimiento ancestral no separaba lo técnico de lo sagrado; en cada proceso, el orfebre-chaman comprendía el equilibrio entre los elementos de la tierra y los ciclos de la vida”(p.84), esta visión fue clave para que los estudiantes comprendieran que la química no es un conocimiento aislado, sino una forma de interactuar con el entorno desde el respeto y la armonía.

Figura 26

Elaboración de la pomada de Yarumo



Fuente: Elaboración propia

Observaciones

La mezcla final resultó homogénea y de consistencia semisólida al enfriarse, al aplicarla sobre metales oxidados (cobre y hierro), se observó disminución del óxido como se muestra en la (figura 27) superficial después de la limpieza con un paño. Los estudiantes asociaron este efecto con la acción antioxidante de compuestos presentes en el guarumo (polifenoles, flavonoides).

Figura 27

Limpieza con la pomada de yarumo en objetos oxidados



Fuente: Elaboración propia

Fortalezas

La experiencia permitió vincular la fitoterapia tradicional con la química experimental, mostrando que plantas como el guarumo poseen propiedades antioxidantes que pueden aplicarse en la conservación de materiales. El hecho de emplear un recurso local con valor cultural fortaleció la apropiación del conocimiento y la identidad territorial de los estudiantes.

Dificultades:

Algunos grupos reportaron dificultades para obtener la textura adecuada de pomada debido a variaciones en el tiempo y la intensidad de calentamiento de la cera de abejas. Asimismo, surgieron dudas sobre el mecanismo exacto mediante el cual el extracto de Yarumo podría interactuar con superficies oxidadas, lo que generó discusiones enriquecedoras sobre química natural. Estas conversaciones incluyeron el papel de metabolitos secundarios como taninos y flavonoides conocidos por su capacidad antioxidante y su interacción con iones metálicos, la influencia del calor en la extracción de compuestos bioactivos, y la forma en que las comunidades ancestrales interpretaban estos procesos a través de la práctica empírica. Dichas reflexiones fortalecieron la comprensión del vínculo entre compuestos vegetales, transformaciones químicas y conocimientos tradicionales.

Análisis de la práctica

- Alta motivación de los estudiantes por observar fenómenos visibles (gases, depósitos metálicos, remoción de oxido).
- Integración exitosa de ciencia y conocimiento ancestral, fortaleciendo el enfoque intercultural.

- Capacidad de los estudiantes para establecer relaciones entre fenómenos observados y ecuaciones químicas
- La práctica consolidó el aprendizaje de reacciones redox en un contexto significativo.
- Favoreció el trabajo colaborativo y la capacidad de los estudiantes de explicar fenómenos científicos en lenguaje cotidiano.
- Generó un reconocimiento del valor del patrimonio cultural Muisca y de los recursos naturales locales como parte del aprendizaje científico.

La práctica de electrodeposición y guarumo permitió demostrar que el aprendizaje de las reacciones redox puede ser más profundo y significativo cuando se integran experimentos de laboratorio, que evidencian fenómenos químicos de manera directa, las aplicaciones tecnológicas y artesanales que contextualizan el conocimiento en la vida real y los conocimientos ancestrales que enriquecen la perspectiva cultural y fomentan la identidad de los estudiantes, evidenciándose en los informes que realizaron (Anexo 15). De esta manera, la experiencia no solo aportó a la comprensión conceptual de la electroquímica, sino que también contribuyó a la formación integral, crítica e intercultural de los estudiantes.

7.9 Exposiciones de relación entre ciencia y conocimiento ancestral

Las exposiciones finales constituyeron un espacio de síntesis y reflexión colectiva, donde los estudiantes presentaron los resultados de su aprendizaje en torno a la relación entre la ciencia y los conocimientos ancestrales. A través de elaboraciones de alambriado y presentaciones audiovisuales, los grupos mostraron cómo los procesos de oxidación, reducción, fundición y transformación de los metales podían explicarse tanto desde los fundamentos químicos de la química como desde las prácticas culturales de los pueblos originarios especialmente los Muiscas.

Estas exposiciones sirvieron como punto de encuentro entre el pensamiento científico escolar y el conocimiento empírico y simbólico de las comunidades indígenas, generando una comprensión más amplia y crítica de la ciencia, con esta actividad se buscaba que los estudiantes lograran reconocer que las reacciones químicas que hoy se estudian en el laboratorio eran ya comprendidas en los antiguos procesos de fundición, refinado y dorado, en los que la observación y la experiencia cumplían el papel que hoy tiene la experimentación científica.

Las exposiciones fueron las siguientes:

Presentación sobre el latón y la diosa Chía

El grupo definió el latón como aleación de cobre y zinc, detallando su composición, propiedades químicas y métodos de fabricación (Anexo 16), relacionaron el latón con usos cotidianos (monedas, bisutería, instrumentos musicales) y presentaron una manualidad (anillo). Desde lo cultural, integraron el mito de la diosa Chía y el simbolismo de la luna y las flores en la cosmovisión Muisca lo que desarrolló una integración entre aspectos químicos (aleación, corrosión) y aspectos simbólicos (fertilidad, feminidad, ciclos agrícolas).

Presentación sobre el alambre de acero y el mito del jaguar

El grupo definió el alambre como producto metálico obtenido por trefilado de acero explicaron el proceso de extracción del hierro (Anexo 17), refinamiento y laminado para obtener alambre de distintos calibres incluyeron propiedades químicas (oxidación del hierro, galvanización, corrosión) y aplicaciones (construcción, electricidad, artesanías). Vincularon la explicación con el mito del jaguar y la creación de la noche, resaltando la relación con los ciclos naturales.

Presentación sobre el cobre y el mito del búho

Los estudiantes abordaron la extracción del cobre (Anexo 18), desde la minería hasta la refinación y señalaron usos cotidianos (construcción, monedas, cables, utensilios de cocina) y usos culturales por los Muisca (orfebrería, tumbaga, objetos ceremoniales). Relacionaron el cobre con el mito del búho como mensajero de la diosa Chía, destacando como desde el mito se puede construir ciencia dando una integración entre química (procesos metalúrgicos) y cosmovisión Muisca (orfebrería y simbolismo del búho).

Las presentaciones reflejaron aprendizaje significativo, pues los estudiantes pudieron explicar propiedades químicas a través de relatos culturales cómo el conocimiento ancestral de la metalúrgica prehispánica incorpora principios de la química, tales como la oxidación de los metales y la formación de aleaciones, según Zamora Ayala (2003), “ la minería y la metalurgia prehispánicas influyeron profundamente en la evolución cultural de Mesoamérica , al propiciar la creación de bienes suntuarios e instrumentos de trabajo mediante procesos de extracción y beneficio de minerales” (p.36). esta afirmación permitió a los estudiantes comprender que la ciencia no es una invención moderna, sino una continuidad del pensamiento técnico y observacional que los pueblos originarios desarrollaron a partir de su entorno natural.

En los trabajos se observó un claro fortalecimiento de la interdisciplinariedad (química, historia, artesanía y cosmovisión ancestral). Además, se destacó la dimensión ética y ambiental del conocimiento ancestral, que promueve una relación equilibrada con la naturaleza, Martínez Rivera (2015) señala que “los orfebres y artesanos indígenas eran conscientes de la fuerza transformadora de la materia y actuaban en respeto con los elementos naturales que la componían” (p.85). este principio fue analizado por los estudiantes al contrastar la sustentabilidad de las prácticas tradicionales con el impacto ambiental de los métodos industriales actuales promoviendo una reflexión crítica sobre la responsabilidad del conocimiento científico.

Por consiguiente la implementación del proyecto favoreció el dialogo de conocimientos como estrategia pedagógica saliendo del modelo tradicional en donde el docente es el punto central, al propiciar que los estudiantes relacionaran las prácticas de laboratorio con las tradiciones culturales y los relatos orales se generó una construcción de conocimiento en donde los estudiantes eran los protagonistas de la clase, en coherencia con Molina, Betancurth y Rodríguez (2007), “ la historia de la minería y la metalurgia en Colombia está íntimamente ligada al desarrollo social y cultural, siendo expresión integradora”, esto permitió a los estudiantes construir explicaciones más significativas sobre los fenómenos químicos y valorar el legado científico de las culturas originarias.

Con la actividad se generó una mayor motivación y reapropiación del conocimiento al vincular la ciencia con elementos culturales, de esta forma se consolidó el objetivo del proyecto “enseñar las reacciones redox y los procesos de transformación de la materia desde una perspectiva intercultural, crítica y contextualizada”.

Las presentaciones estudiantiles confirmaron que la integración de conocimientos ancestrales y ciencia escolar fomenta la comprensión de la química en un contexto culturalmente relevante. Al vincular metales, procesos químicos y mitos muiscas, los estudiantes no solo aprendieron sobre reacciones de oxidación-reducción, sino que también reconocieron el valor de su herencia cultural, fortaleciendo la identidad y el aprendizaje basado en problemas (ABP).

8. Fase 4/ Prueba de cierre

La fase de cierre tuvo como propósito evaluar los aprendizajes construidos a lo largo del proyecto mediante una prueba que integro conocimientos científicos y conocimientos ancestrales en torno a las reacciones redox y su relación con la orfebrería (Anexo 19). La prueba de cierre se aplicó al concluir el desarrollo del proyecto, con el fin de identificar la comprensión conceptual, el pensamiento crítico y la integración cultural alcanzado por los participantes.

El instrumento consistió en ocho preguntas abiertas que abordaron los conceptos de oxidación y reducción, las técnicas metalúrgicas de los Muiscas, el uso del Yarumo (*Cecropia Telenitida*) en procesos de orfebrería, el concepto de aleación, la importancia de integrar conocimientos ancestrales con la enseñanza de la química y la relación con la sostenibilidad ambiental.

Análisis de las respuestas

- 1) **Explique con sus palabras qué ocurre en una oxidación y qué ocurre en una reducción.**

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 5: *“en una oxidación, un átomo o molécula pierde electrones, aumentando su estado de oxidación (como el hierro al oxidarse), mientras que, en una reducción, otro los gana, disminuyendo su estado (como el oxígeno al recibir electrones). Ambos procesos suceden al mismo tiempo, transfiriendo electrones entre las sustancias involucradas.”*

Estudiante 8: *“En una oxidación química se pierden electrones y esto va acompañado de un aumento en su número de oxidación. En una reducción se gana electrones y su número de oxidación disminuye. La oxidación y reducción siempre ocurren juntas en una misma reacción, se le llama reacción redox mientras que uno pierde electrones el otro los gana.”*

Estudiante 20: *“Básicamente en una oxidación una sustancia pierde electrones y aumenta su número de oxidación, en cambio en una reducción una sustancia gana electrones, pero su número de oxidación se reduce.”*

Comprensión de la oxidación y la reducción

Los estudiantes demostraron claridad conceptual al definir que en la oxidación una sustancia pierde electrones y aumenta su número de oxidación, mientras que en la reducción otra sustancia gana

esos electrones, disminuyendo su número de oxidación varios indicaron que ambos procesos “ocurren siempre juntos porque lo que un elemento pierde otro lo gana”.

Esta comprensión evidencia la apropiación del concepto de reacción redox como un proceso simultáneo de transferencia de electrones coherente con los fundamentos de la química, además refleja la capacidad de relacionar este conocimiento con ejemplos cotidianos y experimentales, como plantea Martínez Rivera (2015), “la transformación de la materia implicaba un conocimiento profundo del equilibrio entre los elementos naturales y la energía que los unía” (p.84), idea que también se evidencio en el discurso de los estudiantes.

2) ¿Qué técnicas ancestrales utilizaron los Muiscas para purificar los metales y cómo se relacionan con las reacciones redox?

En las respuestas los estudiantes mencionaron múltiples técnicas utilizadas por los Muiscas para purificar metales, como la fundición en hornos de barro, el uso de carbón vegetal como agente reductor, y el empleo del Yarumo o Guarumo para eliminar impurezas, reconocieron que estos procesos involucraban reacciones de oxidación y reducción empíricamente aplicadas

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 1: *“Los Muiscas purificaban metales usando carbón vegetal (que reducía óxidos metálicos liberando metales puros) y jugos ácidos de plantas (que oxidaban impurezas como el cobre), procesos donde ocurrían transferencias de electrones: reducción al ganarlos (metales nobles y oxidación al perderlos (carbón/ metales base), logrando aleaciones avanzadas como la tumbaga mediante reacciones redox empíricas.”*

Estudiante 6: *“Los muiscas utilizaban técnicas como el uso del yarumo Cecropia para purificar el oro las hojas del yarumo ayudaban a eliminar impurezas mediante reacciones químicas de oxidación y reducción donde algunos compuestos se oxidan y otros se reducían separando así los metales más puros.”*

Estudiante 12: *“los Muiscas utilizaban técnicas como la fundición a cera perdida y el dorado por agotamiento, donde calentaban la aleación de oro y cobre para que el cobre se oxidara y disolviera, dejando una capa superficial rica en oro. Este proceso se relaciona con las reacciones redox, ya que el cobre se oxida (pierde electrones).”*

Estas respuestas muestran una conexión entre la metalurgia ancestral y los fundamentos de la electroquímica, evidenciando que los estudiantes comprendieron que la ciencia también se construye desde la observación empírica. En coherencia, Zamora Ayala (2003) afirma que “las civilizaciones prehispánicas lograron dominar la fundición y purificación de metales gracias a una observación rigurosa de los procesos naturales” (p.37).

3) Explique cómo el Yarumo (Cecropia Telenitida) fue utilizado en procesos de orfebrería y qué fenómenos químicos se evidencian en este procedimiento.

Las respuestas resaltaron que el Yarumo fue utilizado por los Muiscas como un agente limpiador y reductor que permitía purificar metales como el oro y el cobre, los estudiantes explicaron que la

savia o las cenizas del yarumo, ricas en sales y compuestos orgánicos reaccionaban con las impurezas metálicas oxidándolas y separándolas del oro.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 9: *“Los Muisca usaban savia ácida del yarumo para disolver impurezas de metales como el cobre (reacciones ácido-base) y su carbón vegetal como reductor en hornos, donde el carbono transfería electrones a minerales oxidados (redox), obteniendo metales puros como el oro o aleaciones como la tumbaga, mediante procesos que combinaban química empírica y conocimiento ancestral.”*

Estudiante 15: *“Las hojas de Yarumo tenían un papel muy importante en la purificación y embellecimiento de minerales tales como el oro. lo que hacía era reaccionar con la presencia de cobre, oxidarlo y así dejar una capa pura de en este caso oro, dejándolo así mucho más brillante. Básicamente se realizaba un proceso de oxidación controlada con el fin de obtener los mejores resultados.”*

Estudiante 19: *“Se utilizaba en la orfebrería Muisca, ya que sus cenizas, que eran ricas en sales alcalinas, servían para limpiar las piezas de tumbaga. Cuando se aplicaba a la pieza a limpiar con el calor, el cobre de la superficie se oxidaba y se disolvía mientras el oro quedaba intacto así, a través de una reacción de tipo redox (oxidación del cobre y reducción del oro), la orfebrería Muisca lograba que sus objetos parecieran de oro puro.”*

Estos aportes muestran comprensión del principio químico detrás del dorado por agotamiento, práctica que utilizaban los indígenas Muisca para que sus piezas metálicas brillaran evitando la oxidación del cobre y la reducción del oro.

4) Relacione el concepto de aleación con un ejemplo histórico de la orfebrería indígena y describa la transformación química implicada

La mayoría de los estudiantes identificó correctamente que una aleación es una mezcla homogénea de dos o más metales para mejorar sus propiedades señalando como ejemplo la tumbaga (oro y cobre) empleada por los Muisca.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 3: *“Una aleación es la mezcla de dos o más metales para mejorar sus propiedades. Los Muisca elaboraban piezas con tumbaga una aleación de oro y cobre en este proceso ocurren transformaciones químicas y físicas ya que los metales se funden y se combinan a nivel atómico dando lugar a un nuevo material más resistente y fácil de trabajar.”*

Estudiante 7: *“El concepto de aleación parte de la combinación de dos o más metales para obtener de resultado una mejora en sus propiedades físicas, un ejemplo histórico de esto es la aleación de oro y cobre implementada por los Muisca para su joyería y demás elementos precolombinos, los cuales eran usados para rituales y ofrendas.”*

Estudiante 25: *“Un ejemplo se puede evidenciar tras la aleación de oro y plata que algunos pueblos indígenas americanos precolombinos utilizaron para producir adornos y piezas ceremoniales se manipulaba de forma que se obtenía un metal más maleable y con diferentes matices de color, dorado y plateado.”*

Estas respuestas demuestran que los estudiantes lograron integrar conceptos químicos (aleación, oxidación, reducción) con los contextos culturales e históricos de la metalurgia prehispánica relacionando que “el trabajo del orfebre Muisca era a la vez técnicos y simbólico, pues la fusión del oro y el cobre representaba la unión de fuerzas cósmicas y naturales” (p.82).

5) ¿Qué importancia tiene relacionar los conocimientos ancestrales con la enseñanza de la química en la actualidad?

Las respuestas evidencian un reconocimiento colectivo sobre la relevancia de vincular los conocimientos tradicionales con la enseñanza de la química.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 8: *“Integrar conocimientos ancestrales en la enseñanza de la química, como las técnicas Muisca de purificación de metales usando carbón vegetal (reducción) y savias ácidas (oxidación), humaniza la ciencia al mostrar aplicaciones prácticas arraigadas en contextos culturales, evidenciando que conceptos como redox o ácidos-base fueron dominados empíricamente, lo que fomenta una visión descolonizadora, conecta el aprendizaje con identidades locales y revela cómo el pensamiento científico emergió de la observación sistemática de la naturaleza, no solo de laboratorios modernos.”*

Estudiante 15: *“Relacionar ambos conocimientos aporta contexto cultural y relevancia práctica al aprendizaje ya que muestra que la química no es solo teoría de laboratorio sino también conocimiento aplicado por comunidades a lo largo de la historia. Además, fomenta el respeto por conocimientos tradicionales, enriquece las explicaciones científicas con ejemplos reales y puede inspirar soluciones sostenibles.”*

Estudiante 19: *“al relacionar los conocimientos ancestrales con la química es valioso porque muestra cómo nuestros antepasados ya aplicaban procesos científicos, como en la orfebrería Muisca. Así aprendemos química de forma más cercana y a la vez valoramos nuestra cultura e historia.”*

Estas reflexiones muestran que la propuesta pedagógica favoreció una comprensión más integrada de los contenidos al vincular fenómenos químicos con prácticas culturales y saberes ancestrales. A través de las actividades experimentales, las discusiones guiadas y la contextualización histórica, los estudiantes lograron relacionar conceptos como oxidación, reducción, extracción y transformación de la materia con procesos tradicionales presentes en la orfebrería Muisca. Este acercamiento permitió no solo fortalecer el dominio conceptual, sino también promover una valoración crítica del conocimiento ancestral como parte legítima de la construcción del conocimiento científico, evidenciando una articulación significativa entre cultura, ciencia y territorio.

6) Describa un ejemplo en el que la química aprendida en este proyecto pueda aportar a la sostenibilidad ambiental.

Los estudiantes relacionaron los conocimientos adquiridos con la sostenibilidad ambiental, destacando la posibilidad de aplicar procesos naturales como los del Yarumo para sustituir reactivos contaminantes.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 4: *“El conocimiento químico Ancestral, como el uso de ácidos vegetales (ej. Savia de Yarumo) en lugar de ácidos minerales corrosivos(como el sulfúrico) para purificar metales, puede aplicarse hoy en minería sostenible: al sustituir reactivos tóxicos por alternativas biodegradables, se reduce la contaminación de suelos y aguas, mientras técnicas como el reciclaje de carbón vegetal (usado en reducción de minerales) minimizan residuos, integrando principios de economía circular y respeto por ciclos naturales, heredando saberes que vinculan eficiencia técnica con armonía ambiental.”*

Estudiante 9: *“Un ejemplo en el que la química aprendida en este proyecto puede aportar a la sostenibilidad ambiental es en el manejo responsable de los metales y residuos. Al entender procesos como la oxidación, reducción y purificación natural de materiales, podemos aplicar esos conocimientos para recuperar y reutilizar metales sin usar sustancias tóxicas, reduciendo la contaminación del agua y del suelo.”*

Estudiante 16: *“Considero que la química en este proyecto puede ser utilizada como método sostenible para prácticas de la orfebrería, es claro que muchas técnicas de esta área contaminan y dañan el planeta. En cambio, si se usa la química aprendida puede ser un excelente método sostenible, con el Yarumo aprendí que se puede recuperar el suelo cuando están erosionados o muy afectados por la minería, previniendo el uso de químicos contaminantes.”*

Estas respuestas demuestran una apropiación ética y ecológica de la ciencia en donde se busque un equilibrio en el uso de los recursos naturales y una apropiación de nuestro territorio cambiando la idea del consumismo irresponsable y de prácticas de laboratorio más sostenibles para reducir el impacto ambiental con los reactivos desechados al medio ambiente.

7) ¿Cómo cambió su percepción de la química antes y después del proyecto?

El 90 % de los estudiantes expuso que su percepción cambio positivamente, dejaron de ver la química como una asignatura abstracta o difícil, para reconocerla como una ciencia cercana, presente en el arte, los metales y la naturaleza, varios afirmaron que ahora entienden para que sirve la química y que se puede aprender con cosas de nuestra cultura.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 12: *“Antes pensaba que la química solo se trataba de fórmulas y laboratorios, pero después del proyecto entendí que está presente en la vida diaria y en los saberes ancestrales ahora la veo como una ciencia útil para cuidar el ambiente, valorar nuestra cultura y buscar soluciones sostenibles.”*

Estudiante 19: *“Miraba la química como una rama más de las ciencias a la cual no le ponía mucha importancia, pero después del proyecto entendí que muchas de las cosas del diario vivir se dan gracias a la química, y que tras de todo eso, siempre hay una explicación química. También entender*

que los conocimientos ancestrales que han brindado las culturas indígenas han aportado en gran medida al constante avance de las ciencias y tecnología. En síntesis, ahora veo la química como una rama la cual es pilar base de los conocimientos del mundo y la cual es importante conocer para poder seguir avanzando.”

Estudiante 25: *“Antes del proyecto veía la química como una materia difícil y llena de fórmulas, pero ahora entiendo que está presente en muchos aspectos de la vida cotidiana y en los conocimientos de nuestros antepasados. Al conocer como los pueblos indígenas aplicaban principios químicos en la orfebrería y en otros procesos naturales, comprendí que la química no solo se aprende en laboratorio, sino también observando la naturaleza y las tradiciones. Esto hizo que mi percepción cambiara y que vea la química como una ciencia más cercana y que la química se puede aprender desde un panorama más ambiental, cultural y hasta del arte, siendo un aliado del ser humano para entender y contrarrestar los problemas del planeta.”*

Estos resultados evidencian un proceso de aprendizaje significativo y motivación intrínseca, coherente con el paradigma socio – crítico del proyecto, la experiencia se alinea con lo propuesto por Causil y Rodríguez (2021), quienes destacan que el ABP fortalece las habilidades cognitivas e interpersonales al conectar la teoría con la acción social y cultural.

8) ¿Qué aprendizajes de este proceso considera útiles para su vida cotidiana o futura formación académica?

Las respuestas mostraron una apropiación práctica del conocimiento, algunos estudiantes afirmaron que aplicarían la reacciones redox en el reciclaje de metales, en la conservación del medio ambiente o en la creación de productos sostenibles y otros mencionaron que usarían lo aprendido para enseñar a otros evidenciando el desarrollo de actitudes de liderazgo y divulgación científica.

Algunas de las respuestas de los estudiantes fueron:

Estudiante 7: *“Pues por mi parte aprendí que hay que aprovechar los materiales o lo que nos brinda la naturaleza de manera responsable y por último que nuestras culturas son una gran fuente de conocimiento que tristemente no siempre reconocemos y que deberíamos respetar y agradecer por todos sus aportes.”*

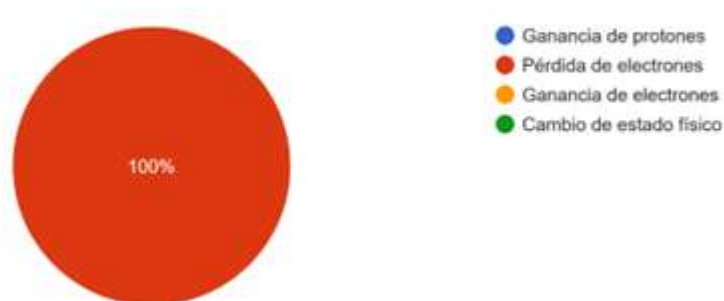
Estudiante 11: *“Gracias al proyecto me motivé a querer ser profesora, de este proceso aprendí que la química está en todo lo que hacemos, desde los materiales que usamos hasta los alimentos que consumimos. Comprender como ocurren las reacciones químicas y como se relacionan con los conocimientos ancestrales me ayuda a valorar más el entorno y a pensar en soluciones sostenibles para cuidar el ambiente.”*

Estudiante 18: *“El embellecimiento de metales con pomada con hojas de Yarumo, ya que de esta forma se puede hacer un mantenimiento a los distintos metales que poseemos en nuestras casas, y así evitar pagar un costo elevado por un mantenimiento aparte, además aprendí a conectar conceptos como redox que está en nuestro diario vivir desde nuestra alimentación hasta cuando respiramos hacemos química y desde los conocimientos ancestrales me ayudan a valorar más el entorno y a pensar en soluciones sostenibles para cuidar el medio ambiente.”*

Figura 28

Pregunta 9 de la prueba de cierre

9. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una oxidación?



Fuente: Elaboración propia

El resultado que se presenta en la gráfica muestra un porcentaje mayoritario de estudiantes selecciono correctamente la oxidación como la transferencia de electrones, lo cual contrasta con la prueba inicial, donde predominaban respuestas asociadas únicamente al cambio de color o la corrosión. Este patrón de respuestas permite afirmar que hubo un avance conceptual: los estudiantes no solo diferencian la oxidación de fenómenos cotidianos superficiales, sino que reconocen su fundamento científico. De este modo, el mayor número de aciertos en la prueba final constituye la evidencia concreta del fortalecimiento en la comprensión del proceso de oxidación.

La totalidad de respuestas correctas (100%) sugiere que las actividades experimentales y los espacios de reflexión cultural, especialmente los laboratorios de electrodeposición y purificación de metales con hojas de Yarumo, fueron efectivos para reforzar el concepto, dichas experiencias permitieron observar directamente la transferencia de electrones durante los procesos de limpieza y recuperación del brillo metálico, facilitando y aprendizaje al relacionar teoría, práctica y conocimiento ancestral.

Este hallazgo coincide por Estaban (2008), quien afirma que “los fenómenos de oxidación y reducción solo se comprenden plenamente cuando se relacionan con transformaciones visibles de la materia” (p.63), asimismo se vincula con lo expuesto por Genoy Rivas (2024), al señalar que el aprendizaje basado en proyectos (ABP) posibilita la apropiación conceptual mediante la resolución de problemas contextualizados, fortaleciendo el pensamiento científico y la autonomía estudiantil.

La uniformidad en las respuestas demuestra que el proyecto logro un aprendizaje profundo, contextual y culturalmente significativo, donde los estudiantes integraron la explicación científica con los conocimientos tradicionales, validando la pertinencia pedagógica del enfoque intercultural en la enseñanza de la química.

Figura 29

Respuesta de la pregunta 10 de la prueba de cierre

10. ¿Qué ocurre en una reacción de reducción?



Fuente: Elaboración propia

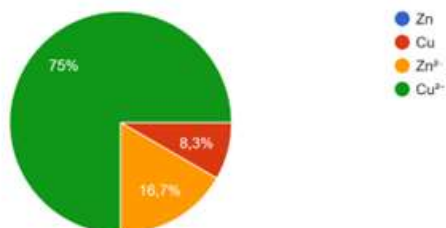
Los resultados reflejan que la gran mayoría de estudiantes identificó correctamente que en una reacción de reducción ocurre una ganancia de electrones, mientras que un pequeño porcentaje presentó confusión asociando el proceso con el desprendimiento de gases, en comparación con la prueba diagnóstica donde se observaban respuestas vagas o asociadas a la disminución de masa o volumen, este avance demuestra una comprensión significativa del concepto, lograda mediante el enfoque aprendizaje basado en proyectos (ABP) y la contextualización cultural.

En concordancia con lo planteado por Esteban (2008), “el aprendizaje de las transformaciones químicas se fortalece cuando el estudiante puede observar los cambios materiales que acompañan la transferencia de electrones” (p.64), y en relación con la orfebrería el enfoque intercultural del conocimiento facilitó entender que la reducción se resignifica no solo como un proceso químico, sino como una metáfora de renovación y purificación, donde el metal renace al recuperar su brillo.

Figura 30

Respuesta de la pregunta 11 de la prueba de cierre

11. En la reacción: $Zn + Cu^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Cu$ El agente oxidante es:



Fuente: Elaboración propia

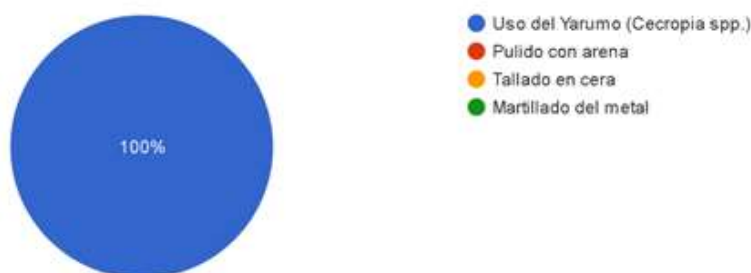
Los resultados evidencian que el 75% de los estudiantes identificó correctamente al ion cobre (Cu^{2+}) como agente oxidante, demostrando un nivel de comprensión adecuado sobre el papel de las especies químicas en una reacción redox, sin embargo, un 25 % de los participantes presentó confusiones, seleccionando especies que no cumplen con esta función, lo que sugiere la necesidad de reforzar la relación entre oxidación, reducción y agentes redox.

El alto porcentaje de aciertos indica que los estudiantes lograron interpretar la transferencia de electrones, comprendiendo que el Cu^{2+} se reduce (gana electrones) y por tanto actúa como agente oxidante, este aprendizaje se fortaleció gracias al uso de la actividad de aprender a dibujar desde reacciones redox y experiencias prácticas, como la reacción del cobre con el hierro realizada en el laboratorio escolar , donde los estudiantes pudieron observar la formación de depósitos de cobre metálico sobre el hierro.

Figura 31

Respuesta de la pregunta 12 de la prueba de cierre

12. ¿Cuál de las siguientes técnicas Muiscas de purificación de metales involucra reacciones redox?



Fuente: Elaboración propia

El resultado de esta pregunta es altamente significativo, pues el 100% de los estudiantes reconoció que la técnica ancestral del uso del Yarumo en la purificación de metales implica reacciones de óxido – reducción este logro evidencia una comprensión contextualizada del vínculo entre la química y los conocimientos ancestrales Muisca, alcanzando gracias a la metodología en proyectos y la experimentación directa. Este aprendizaje empírico reforzó la relación entre teoría y práctica, permitiendo entender la función de las plantas en procesos químicos sostenibles.

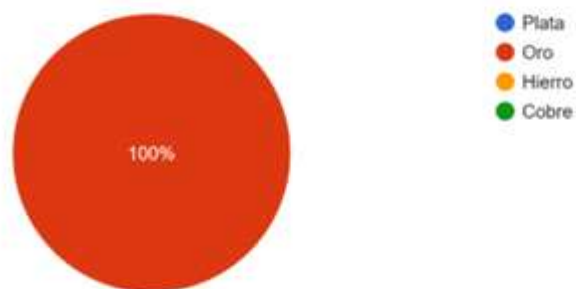
El hecho de que todos los participantes identificaran correctamente esta relación demuestra que la enseñanza de las reacciones redox, mediada por la orfebrería Muisca generó aprendizajes duraderos y culturalmente relevantes, asimismo el uso del Yarumo en la práctica permitió una educación ambiental crítica, pues los estudiantes comprendieron que la química no se limita a sustancias artificiales, sino que puede apoyarse en elementos naturales con bajo impacto ecológico, en este sentido lo aprendido coincide con el enfoque de Genoy y Rivas (2024) quienes señalan que

el ABP promueve el desarrollo del pensamiento científico desde la experimentación local y la valoración del territorio como espacio de conocimiento.

Figura 32

Respuesta de la pregunta 13 de la prueba de cierre

13. ¿Qué metal era considerado sagrado por los Muisca y ampliamente utilizado en sus piezas de orfebrería?



Fuente: Elaboración propia

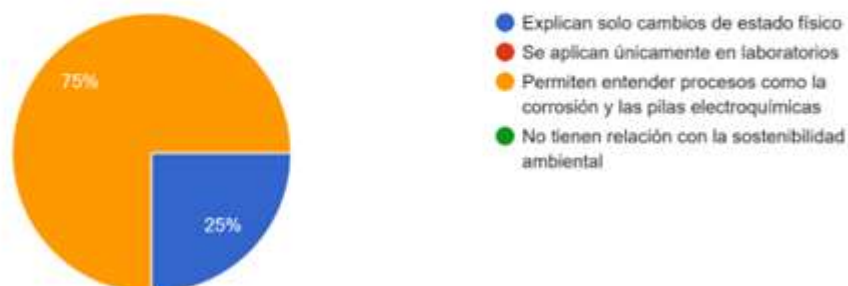
El 100 % de los estudiantes identificó al oro como metal sagrado de los Muisca, lo cual evidencia un conocimiento sólido sobre la dimensión cultural y simbólica de la orfebrería ancestral. Durante el desarrollo del proyecto las actividades pedagógicas integraron la historia del oro como elemento central en los rituales y la vida cotidiana Muisca, vinculándolo con los procesos redox de fundición, purificación y dorada de las piezas, la enseñanza permitió comprender que el oro no era valorado únicamente por su brillo o rareza, sino como símbolo de energía solar y equilibrio vital una representación material de la conexión entre lo humano y lo natural.

Desde la perspectiva de la enseñanza de la química el hecho de que todos los estudiantes reconozcan el oro como metal sagrado indica la integración exitosa del conocimiento científico y patrimonial, lo que contribuye a la formación de una identidad cultural fortalecida y a la comprensión de la química como una ciencia que también está impregnada de historia, arte y sentido simbólico.

Figura 33

Respuesta de la pregunta 14 de la prueba de cierre

14. ¿Qué aporte principal tienen las reacciones redox en la vida cotidiana?



Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que el 75% de los estudiantes logró reconocer el aporte práctico y cotidiano de las reacciones redox relacionándolas con procesos como la corrosión, la generación de energía en pilas electroquímicas y la transformación de materiales, este porcentaje indica una comprensión funcional u aplicada del conocimiento químico, mientras que el 25 % restante mantiene una visión más restringida asociando la reacciones redox con simples cambios físicos, lo que señala la necesidad de reforzar la distinción entre transformaciones químicas y físicas.

Este enfoque integrador favoreció el desarrollo de una conciencia científica y ambiental, alineada con la sostenibilidad y el respeto por los recursos naturales, tal como señalan Genoy y Rivas (2024) el aprendizaje basado en proyectos (ABP) fomenta la reflexión crítica sobre el uso responsable del conocimiento científico y su impacto social, al permitir que el estudiante identifique relaciones entre la química, la cultura y la vida cotidiana, este resultado evidencia que el proyecto logro que los estudiantes reconocieran el papel de las reacciones redox como procesos esenciales en la naturaleza, la industria y la vida cotidiana y permitió vincular la ciencia con la cultura ancestral, fortaleciendo la comprensión de la química como una herramienta para la sostenibilidad y el cuidado del entorno.

9. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica permitieron reconocer que existía una comprensión limitada y fragmentada de los procesos de oxidación y reducción; la mayoría de los estudiantes asociaba estos fenómenos únicamente con la corrosión de los metales o al cambio de color en ciertos materiales, sin vincularlos con los fundamentos científicos de transferencia de electrones o cambios en los estados de oxidación, asimismo se encontró que el conocimiento ancestral era percibido de manera superficial asociado más al arte y a la estética indígena que a un conocimiento científico aplicable.

No obstante, este diagnóstico fue clave para construir un punto de partida que permitiera orientar la estrategia didáctica hacia el reconocimiento de la química como una ciencia cercana a la cultura y a la vida cotidiana, de esta manera, se demostró que identificar las concepciones iniciales de los estudiantes favorece el diseño de propuestas pedagógicas que respondan a sus necesidades y contextos, en particular se evidenció que el desconocimiento sobre la relación entre la química y la orfebrería Muisca no era un reflejo de falta de interés, sino de la ausencia de experiencias educativas que integraran la ciencia con la cultura; la caracterización permitió por tanto establecer que la enseñanza de la química debe partir de los saberes locales, reconociendo la diversidad cultural como una fuente legítima de conocimiento.

En relación con el segundo objetivo del proyecto en analizar los procesos de oxidación y reducción presentes en las prácticas ancestrales de la orfebrería se evidenció que actividades tradicionales constituyen ejemplos empíricos y concretos de reacciones redox, los procesos de fundición, purificación de metales, formación de aleaciones y uso de plantas como el Yarumo (*Cecropia Telenitida*) en la limpieza y brillo de los metales, reflejan transformaciones químicas donde intervienen reacciones de oxidación y reducción.

Este análisis permitió comprender que los orfebres Muisca poseían un conocimiento técnico y simbólico que, aunque no se expresaba mediante la terminología científica, contenía principios equivalentes a los de la química actual. Por ejemplo, la comprensión empírica del calor como agente transformador de la materia o el uso de ácidos naturales para remover impurezas metálicas son prácticas que hoy se pueden explicar desde la electroquímica y la fisicoquímica, de esta manera el reconocimiento del conocimiento ancestral se convierte en una herramienta pedagógica para enseñar conceptos complejos desde un contexto tangible, promoviendo un aprendizaje significativo.

Asimismo, se evidenció que los procesos redox presentes en la orfebrería ancestral no solo tienen un valor técnico, sino también ecológico pues reflejan una relación armónica entre el ser humano y la naturaleza, los estudiantes pudieron identificar que los pueblos indígenas desarrollaron tecnologías sostenibles basadas en el respeto por el entorno, lo que permitió generar reflexiones sobre la actual crisis ambiental y la necesidad de recuperar prácticas más éticas y responsables con el medio ambiente, por tanto este análisis demostró que el conocimiento ancestral no solo enriquece la enseñanza de la química, sino que también contribuye a la formación de ciudadanos críticos, conscientes de su historia, territorio e identidad cultural.

Respecto a la enseñanza en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la estrategia generó transformaciones significativas tanto en la comprensión conceptual de los estudiantes como en su

actitud hacia la química. A través del desarrollo de actividades teórico-prácticas como la exploración del suelo, la identificación de minerales, aprender a dibujar desde la química, la experimentación con hojas de Yarumo y los laboratorios de electrodeposición, los estudiantes lograron integrar los contenidos químicos con prácticas culturales y cotidianas, favoreciendo la apropiación del conocimiento desde la experiencia y la investigación.

La metodología ABP permitió que los estudiantes asumieran un rol activo en su proceso de aprendizaje, promoviendo la colaboración, la indagación y la resolución de problemas contextualizados, esto se evidenció en la capacidad de los grupos para explicar fenómenos redox a partir de ejemplos reales, como la oxidación del cobre, la limpieza de metales con extractos naturales o la creación de productos artesanales sustentables, de esta forma, la enseñanza de la química trascendió el modelo tradicional memorístico y se convirtió en un proceso vivencial, creativo y socialmente significativo.

Los resultados de la prueba de cierre mostraron una mejora notable en la comprensión conceptual; el 80% de los estudiantes logró identificar correctamente agentes oxidantes y reductores y más del 70% pudo aplicar las reglas de números de oxidación para balancear ecuaciones químicas, además se fortalecieron competencias científicas, comunicativas y ambientales, así como una valoración positiva del conocimiento ancestral como parte del aprendizaje escolar. La mayoría expresó que aprender química a partir de la historia y las prácticas de los Muisca hizo que la asignatura fuera más interesante, relevante y comprensible.

La investigación permitió responder a la pregunta ¿De qué manera relacionar los conocimientos los conocimientos científicos y los conocimientos ancestrales de la orfebrería Muisca a través de la implementación de una propuesta didáctica intercultural basada en el aprendizaje por proyectos para la enseñanza de las reacciones de óxido – reducción en estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Distrital Luis Carlos Galán Sarmiento?; en este sentido la propuesta reconoció el diálogo entre el conocimiento científico y el conocimiento ancestral, asumiendo que ambos pueden ser complementarios y su abordaje favorece para una educación integral, considerando la naturaleza pluriétnica y multicultural del contexto colombiano.

La orfebrería, al integrar arte, técnica y simbolismo se convierte en un escenario idóneo para la enseñanza de las reacciones redox, ya que permite contextualizar la teoría química dentro de una práctica culturalmente significativa. El uso del ABP como metodología facilitó este proceso, al fomentar la colaboración, el pensamiento crítico y la comprensión de la ciencia como parte de la vida cotidiana y del patrimonio cultural.

Para finalizar, enseñar química a través de los conocimientos ancestrales no solo mejora el aprendizaje conceptual, sino que también promueve el respeto por la diversidad cultural, la sostenibilidad ambiental y el reconocimiento del legado indígena en la construcción del conocimiento. Esta investigación demuestra que es posible una enseñanza de la química más humana, intercultural y transformadora, donde la ciencia se vive, se siente y se construye desde la historia, la cultura y el territorio.

10. RECOMENDACIONES

Se sugiere seguir integrando investigaciones con conocimientos ancestrales y conocimientos científicos, ya que permiten establecer un diálogo intercultural en el aula donde se reinterpretan tanto las prácticas tradicionales como las científicas; este tipo de propuestas didácticas promueven una enseñanza significativa y contextualizada, que contribuye al fortalecimiento de la identidad cultural y al reconocimiento de los conocimientos ancestrales y a la construcción de una educación científica más incluyente y crítica.

De igual manera, se recomienda ampliar el alcance de la propuesta a otras instituciones y comunidades educativas, incorporando saberes de distintas culturas indígenas de Colombia, como los Quimbayas, Taironas o Zenúes, cuyas prácticas metalúrgicas también ofrecen valiosas oportunidades para la enseñanza de la química, este tipo de experiencias podrían realizarse mediante visitas a territorios ancestrales, museos y talleres artesanales, fomentando un aprendizaje vivencial en el que los estudiantes reconozcan la relación entre la ciencia, el arte y el territorio.

Asimismo, se sugiere implementar la propuesta con un número mayor de estudiantes y en diferentes grados escolares, lo cual permitiría obtener resultados más amplios y comparativos sobre el impacto de esta metodología en el aprendizaje de la química, también se recomienda fortalecer la formación docente en metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la didáctica intercultural y la pedagogía crítica con el fin de consolidar una práctica educativa que promueva el pensamiento científico sin desligarla del contexto cultural y ambiental lo que conlleve a nuevas investigaciones sobre la enseñanza de la química relacionada con conocimientos ancestrales; por ejemplo se podrían desarrollar estudios centrados en la química verde, la electroquímica sostenible, el uso de plantas purificadoras, aportando a la construcción de una educación más crítica, intercultural y comprometida con la preservación de la vida y el patrimonio cultural.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkins, P., & De Paula, J. (2014). *Atkins' physical chemistry* (10th ed). Oxford University Press.
- Ayala-Mata, F., Méndez, J., Ramírez, J., & Soto, G. (2019). Propiedades antioxidantes y farmacológicas de los flavonoides: una revisión. *Revista de ciencias Farmacéuticas*, 30(2), 1-10.
- Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2001). *Electrochemical methods: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Wiley.
- Brown, T. L., LeMay, H.E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., & Woodward, P. M. (2018). *Química: La ciencia central* (14.ª ed.). Pearson Educación.
- Calderón, A. (2012). *El aprendizaje basado en problemas como estrategia de formación científica en educación básica y media*. Universidad Nacional De Colombia.
- Camargo, L., & Castillo, J. (2013). *Tecnologías tradicionales y alfabetización científica en comunidades indígenas*. *Revista Colombiana de Edicación en Ciencia*, 12(2), 45-59.
- Cardona Vargas, O. (2010). *Reconstrucción experimental del proceso de fabricación del horno y crisol del orfebre muisca*. Universidad Nacional De Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Antropólogo.
- Causil, M., & Rodríguez, L. (2021). *El aprendizaje basado en problemas como estrategia para fortalecer las competencias científicas en básica primaria*. *Revista de Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 41-57.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). *Química* (12.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Cruz Ayala, V. (2003). *El conocimiento de los metales y su beneficio por los indígenas*. *Acta Universitaria*, 13(1), 36-48. Universidad de Guanajuato.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613105>
- Denzin, N. K. (1989). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (3rd ed.). Prentice hall.
- Environmental Law Alliance Worldwide. (2021). *Guía para la recolección de muestras ambientales Módulo 4*. Muestreo desuelos [Guía básica para comunidades. Eugene, OR: Environmental Law Alliance Worldwide (ELAW).
<https://www.elaw.org> 0000
- Esteban Santos, S. (2005). *Las joyas en el contexto de la historia de química*. UNED.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1184543>
- Esteban Santos, S. (2008). *Química y cultura científica*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). ISBN 978-84-362-5578-2.
- FAO. (1986). *World Soil Resources: An explanatory note on the FAO soil map of the world* (Rev. ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma: FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1996). *Ecología y enseñanza rural: Nociones ambientales básicas para profesores rurales u extensionistas*. Roma: FAO.

Garza, J., & Robles, L. (2023). *Diseño de problemas con el modelo 3C3R en el aprendizaje basado en problemas (ABP)*. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 14(39), 75-92. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2023.39.756>

Genoy, J.Y., & Rivas, H. (2024). *La metodología del Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta didáctica para promover el pensamiento científico* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].

Guerrero, J. (2019). *Implementación del aprendizaje basado en problemas en sexto grado para fortalecer competencias científicas*. [Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

Gutierrez.G.(2021). Prefir triterpénico pentacíclico y ruta Biosintetica en *Cecropia telenitida*. *Journal of Natural Products*, 84(3), 456-467. <https://doi.org/10.1021/acs.inatprod.0c01234>

Hernandez-Crvajal, J. E., et al. (2013). Estudio fitoquímico preliminar de *Cecropia membranacea* y *Cecropia metensis*. *REVISTA Cubana de Plantas Medicinales*, 18(4), 586-595. https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962013000400010&script=sci_abstract

Instructivo para la toma de muestras de agua. (s.f.) *Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia*. Recuperado de

Instituto Nacional de Salud. Dirección de Redes en Salud Pública. (2020). *Manual de procedimientos para la toma, conservación y envío de muestras al Laboratorio Nacional de Referencia*. Bogotá, Colombia: instituto Nacional de Salud. <https://www.minsalud.gov.co/>

<https://www.ins.gov.co/BibliotecaDigital/Manual-toma-envio-muestras-ins.pdf>

Instituto de Investigación de recursos Biologicos Alexander Von Humboldt. (2020). *Ficha ecológica de Cecropia telenitida (yarumo)*. Bogotá, Colombia: Instituto Humboldt.

Kemmis, S., & Mc Taggart, R. (1998). *The Action Research Planner*. Deakin University Press.

Llanos, F. (2015). *El taller de orfebrería precolombino del río Saldaña (Tolima)*. Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

López. R. (2015). *Matrices de orfebrería Muisca: Técnica, estética y simbolismo*. *Revista Colombiana de Antropología*, 51(2), 97-112.

Martín, L., Betancur, M., & Rodríguez, P. (2007). *Historia de la minería y los procesos metalúrgicos en Colombia: Su evolución y su influencia en el contexto económico, social y de desarrollo* [Ponencia de conferencia]. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/326816600>


Martínez Rivera, V. G. (2015). *La fundición ancestral colombiana: un tejido de procesos técnicos y artísticos en la orfebrería votiva Muisca* [Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Facultad de Bellas Artes]. Universidad de Sevilla.

- Molina, D., Betancur, D., & Rodríguez, P. (2007). *Orfebrería prehispánica colombiana: arte, ciencia y cosmovisión*. Museo del Oro de Bogotá.
- Montero Simó, R. (2001). Riesgos Higiénicos en el sector de la Joyería. *Prevención, Trabajo y Salud*, 12, 18-39. <https://www.insst.es>
- Morales, P., & Landa, V. (2004). *Aprendizaje basado en problemas: Una propuesta de innovación educativa en la enseñanza universitaria*. *Revista de Educación Superior*, 33(2), 23-40.
- Palomino, B. C. F. P., Rodríguez, H., & Vargas, M. (2020). Saoninas: características, aplicaciones y efectos farmacológicos. *Revista Colombiana de Química Aplicada*, 52(1), 1-8.
- Reina, J. (2014). *Sistemas de Colada Automática. Nuevos Procedimientos en la Fundición Artística*. [Tesis doctoral]. Facultad de Bellas Artes. Departamento de Escultura e Historia de las Artes Plásticas. Universidad de Sevilla.
- Resnik, D.B. (2020). *The ethics of research with human subjects: Protecting people, advancing science, promoting trust*. Springer.
- Rodríguez, A. (2010). *Matrices simbólicas y técnicas de la orfebrería indígena en Colombia*. *Boletín del Museo del Oro*, 47(3), 55-70.
- Rodríguez, D. (2017). *Aplicación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la enseñanza de la química en educación media*. Universidad de Antioquia.
- Shade Coffe. (s.f.). *Cecropia telenitida – usos medicinales y ecológicos*. *THE Shade Catlog*. <https://www.shadecoffee.org/es/catalog/colombia/species/cecropia-telenitida>
- Sáenz, M., Rojas, P., & Cifuentes, H. (2007). *Replicación experimental de hornos precolombinos del Valle del Cauca y Quindío*. *Boletín de Arqueología Colombiana*, 22(1), 33-46.
- Shimada, I., Epstein, S., & Carcedo, M. (2007). *Replicación experimental de hornos Sicán: técnicas metalúrgicas precolombinas del Perú*. *Latin American Antiquity*, 18(3), 321-340. <https://doi.org/10.2307/25063032>
- Villar, G. (2010). *La fundición en bronce a la cera perdida, mejoras en el proceso con picadizo*. [Tesis doctoral]. Universidad de Salamanca. Departamento de historia del Arte. Facultad de Bellas Artes.
- Ybarra, J. (2012). *Estudio experimental de crisoles y hornillos en la orfebrería prehispánica del Quindío*. *Revista Colombiana De Antropología*, 48(2), 115-132.
- Zamora Ayala, V. de la C. (2003). El conocimiento de los metales y su beneficio por los indígenas. *Acta Universitaria*, 13(1), 36-48. Universidad de Guanajuato. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41613105>

12. ANEXOS

Anexo1.

Prueba de entrada

COLEGIO LUIS CARLOS GALÁN SARMIENTO (IED) <i>PEI: "La educación un proceso de investigación y construcción del proyecto de vida"</i> 	 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Educadora de educadores</i>
PRUEBA DE ENTRADA	
Grado: 11°	Asignatura: Química
Docente en formación: Carlos Eduardo Avila León	
Nombre de estudiante:	

PRUEBA DE ENTRADA

Este documento presenta una prueba de entrada para el trabajo de grado **"LA ENSEÑANZA DE REACCIONES DE OXIDO REDUCCIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO A TRAVÉS DE LA ORFEBRERÍA Y DE CONOCIMIENTOS ANCESTRALES: UN ENFOQUE INTEGRADOR PARA LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA"**, La prueba contiene 21 preguntas sobre temas que se abordarán en el trabajo: reacciones químicas redox, orfebrería, conocimientos ancestrales sobre la orfebrería, sostenibilidad, hidrocarburos, nomenclatura, balanceo de ecuaciones químicas.

Nota: la presente prueba tiene como objetivo identificar las ideas y conocimientos previos de los estudiantes sobre las temáticas indicadas presentes en química y conocimiento ancestral, por consiguiente, **no se asignará calificación**, por favor responder de forma honesta sin la ayuda de libros o fuentes tecnológicas.

Preguntas sobre química

De la pregunta 1 a la 8 están relacionadas con el tema de oxidación-reducción, de la pregunta 1 a la 4 de opción múltiple solo selecciona una opción la que consideres correcta

1. ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una reacción redox?

- A) Reacción en la que se forma un precipitado
- B) Reacción que involucra la transferencia de protones
- C) Reacción en la que hay transferencia de electrones
- D) Reacción que ocurre entre un ácido y una base

2. ¿Qué propiedad química se observa cuando un metal se oxida y cambia de color?

- A) Conductividad eléctrica
- B) Estado de agregación
- C) Reacción redox

D) Densidad

3. Observa la siguiente reacción:



¿Cuál es el agente reductor?

A) Zn

B) Cu^{2+}

C) Cu

D) Zn^{2+}

4. Lee el enunciado y selecciona la respuesta que consideres correcta:

Un estudiante introduce un clavo de hierro en una solución de sulfato de cobre (CuSO_4). Al cabo de un rato, el clavo se cubre de cobre metálico. ¿Cuál es la explicación?

A) El hierro se reduce y forma óxido

B) El cobre se oxida y cubre al clavo

C) El hierro se oxida y el cobre se reduce

D) Se produce una reacción de neutralización

5. Relaciona las columnas de acuerdo con los conceptos de redox que sepas:

Nº	Concepto	Letra	Definición
1	Oxidación	A	Sustancia que gana electrones
2	Reducción	B	Pérdida de electrones
3	Agente oxidante	C	Sustancia que se reduce
4	Agente reductor	D	Sustancia que se oxida
5	Electrones	E	Partículas que se transfieren en redox

6. Selecciona TODAS las afirmaciones correctas que consideres sobre las reacciones redox:

- En toda reacción redox hay transferencia de protones
- La oxidación es pérdida de electrones
- El agente reductor se oxida
- Un metal que pierde electrones se reduce
- Las reacciones redox pueden generar electricidad

7. Marca V (verdadero) o F (falso) según corresponda:

- A) En una reacción redox, el agente reductor se oxida
- B) El número de oxidación del oxígeno en la mayoría de los compuestos es -2
- C) En una reacción química balanceada, la masa total de los reactivos puede ser diferente a la de los productos
- D) La nomenclatura sistemática usa prefijos griegos como "di-" y "tri-"

8. Escribe el nombre correcto de los siguientes compuestos y clasifícalos según su tipo (óxido, sal, hidruro, etc.)

- A) Cu_2O
- B) H_2SO_4
- C) NaClO_3
- D) SO_3

Las siguientes series de preguntas de la 9 a la 13 están enfocadas a los grupos funcionales, de la pregunta 9 a la 12 son de opción múltiple solo selecciona una opción la que consideres correcta.

9. ¿A qué familia de hidrocarburos pertenece el butano?

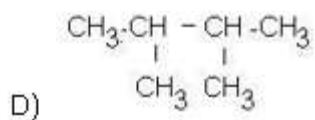
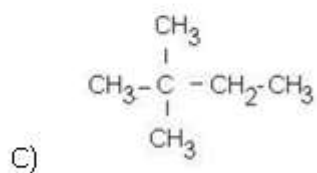
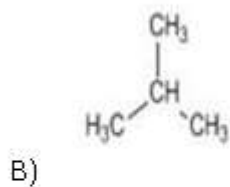
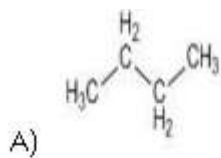
- A) Alquenos
- B) Alcanos
- C) Alquinos
- D) Aromáticos

10. Observa la fórmula: C_4H_{10} ¿A qué grupo pertenece este compuesto?

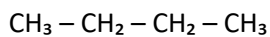
- A) Alqueno
- B) Alcano
- C) Aromático
- D) Ácido carboxílico

11. Qué estructura representa el siguiente hidrocarburo:

2-metilpropano



12. ¿Cuál es el nombre correcto del siguiente hidrocarburo de cadena lineal con 4 átomos de carbono?



- A) Metano
- B) Propano
- C) Butano
- D) Pentano

13. Marca V (verdadero) o F (falso) según corresponda:

- A) Los alcanos son hidrocarburos saturados
- B) El eteno es un alcano
- C) Los alcanos tienen reactividad alta debido a sus enlaces simples
- D) El metano es el alcano más simple

Preguntas sobre conocimiento ancestral

De la pregunta 14 a la 16 de opción múltiple selecciona solo la opción que consideres adecuada

14. ¿Qué es una aleación?

- A) Una sustancia que se evapora.
- B) Una mezcla de dos o más metales.
- C) Una reacción nuclear.
- D) Un mineral en estado puro.

15.Cuál de las opciones relaciona el conocimiento ancestral con una reacción química:

- A) Fundición – oxidación
- B) Lijado – neutralización
- C) Talla en cera – combustión
- D) Pulido – fermentación

16. ¿Qué metal era considerado sagrado por los Muiscas y utilizado frecuentemente en sus piezas de orfebrería?



Imagen tomada de: https://www.socialhizo.com/images/historia_de_colombia/las-sociedades-orfebres-prehispanicas/pectorales-de-oro-y-copa-de-arcilla-de-la-cultura-tolima.jpg

- A) Hierro
- B) Plata
- C) Oro
- D) Bronce

17. Observa la siguiente imagen y selecciona las opciones que consideres se pueden relacionar

¿Qué procesos químicos podrías relacionar con la creación de esta joya indígena?



Imagen tomada de: <https://d3nmwx7scpuzgc.cloudfront.net/sites/default/files/media/image/balsa-muisca-museo-del-oro-coleccion-banco-de-la-republica-colombia-slider-derechos-reservados-1920x900.jpg>

- Fusión de metales
- Reacciones redox
- Disolución de gases
- Formación de aleaciones

18. ¿Qué entiendes por "conocimiento ancestral"?

19. ¿Conoces alguna práctica ancestral relacionada con el trabajo de los metales? ¿Cuál?

20. ¿Has escuchado antes sobre la orfebrería indígena en Colombia? ¿Qué sabes al respecto?

21. ¿Qué beneficios crees que tiene aprender química a partir del reconocimiento los conocimientos ancestrales y la orfebrería?

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Presentación de diapositivas de Suelos, minerales y piedras preciosas saber ancestral muisca y procesos de oxidación

SUELOS, MINERALES Y PIEDRAS PRECIOSAS: SABER ANCESTRAL MUISCA Y PROCESOS DE OXIDACION

Realizado por: Celia Eduarda Avela León



Ministerio Nacional de Educación y Deportes

Objetivo de la clase

- Comprender la formación, tipos y funciones del suelo.
- Reconocer su importancia para la vida y el equilibrio ecológico.

¿Qué es el suelo?



- El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre que se forma a partir de la descomposición de rocas (material mineral) y restos orgánicos (como hojas, animales y microorganismos muertos). Es un recurso natural vivo, dinámico y no renovable a corto plazo, fundamental para la vida en el planeta.
- Mezcla de: minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos.
- Sistema vivo que se forma lentamente con el tiempo.

Horizontes del suelo



- D. Capa orgánica
- A. Superficial, rica en nutrientes
- B. Subsuelo, minerales
- C. Fragmentos de roca
- R. Rocas madre

Foto: R. Pérez y Contreras, (2014) https://www.researchgate.net/publication/265607606

Factores de formación del suelo



- **Roca madre:** Es el material mineral (componente) del que se origina el suelo. Puede ser roca ígnea, sedimentaria o metamórfica, o depósitos biogénicos por agua, viento o hielo. Influyen en la composición mineral, la textura física y la fertilidad del suelo.
- **Clima:** El clima determina la cantidad de agua (disponibilidad y la temperatura). En las regiones frías, con poca insolación (descomposición de rocas), la descomposición de materia orgánica, el lavado de sales y la formación de heladas.
- **Organismos:** Incluyen plantas, animales, microorganismos y hongos. La vegetación aporta materia orgánica a través de la hojarasca y los exudados de las raíces. La descomposición y el ciclo de nutrientes, así como otros como la fijación del nitrógeno y la formación de humus.
- **Relieve:** afecta al drenaje, la erosión y la exposición solar. Las pendientes, mientras que las zonas planas o bajas tienden a acumular materiales y formar suelos más profundos y fértiles.
- **Tiempo:** El suelo se forma naturalmente. Cuanto más tiempo ha pasado desde que comenzó su formación, más desarrollados estarán sus horizontes (papa) y más madura será su estructura.

Tipos de suelo

SUELO ROCOSOS

El suelo rocoso, pedregoso o rocky turf, es aquel formado por rocas de múltiples tamaños. Por su estructura tiende a no retener agua, siendo utilizado como base para soportar construcciones y nada recomendable para cultivo de alimentos.

SUELOS ARENOSOS

Los suelos arenosos son compuestos por una textura granular hasta 50 cm de profundidad y a consecuencia retienen pocos nutrientes así como la capacidad de retención hídrica.

SUELOS ARCILLOSOS

Los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desmenuzan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Son fértiles, pero difíciles de trabajar cuando están muy secos.

SUELOS LIMOSOS

Los suelos limosos tienen gránulos de tamaño intermedio son fértiles y fáciles de trabajar. Forman terrones fáciles de desmenuzarse cuando están secos. La erosión son partículas muy finas y forman barro cuando están saturados de agua.

SUELOS ORGANICOS

Suelo formado por materia vegetal sin descomponer o ligeramente descomposta que se encuentra en un ambiente anegado. Presenta elevadas cantidades de agua y nutrientes, siendo muy fértil. Se desarrollan en las zonas bajas o sub-bajas en viñedos y otras áreas.

SUELOS FRANCO

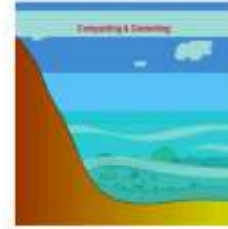
Son el equivalente al equilibrio perfecto en el mundo de la agricultura. Imagina una balanza donde de un lado tienes arena y del otro arena, con un poco de limo para unirlos todo. Eso balance es lo que define a los suelos francos.

¿Por qué proteger el suelo es proteger la vida?



¿Qué es la erosión del suelo?

- Proceso por el cual el suelo es removido por agentes como:
 - Agua (fluvia, esocenta)
 - Viento
- Actividad humana (deforestación, agricultura intensiva)
- Consecuencia: pérdida de fertilidad, desertificación, desastres.



Causas humanas de la erosión



- Tala de bosques
- Malas prácticas agrícolas
- Sobre pastoreo (demasiados animales en poco espacio)
- Construcción sin control



Estrategias para prevenir la erosión

- Reforestación
- Terrazas en zonas de pendiente
- Coberturas vegetales (cultivos de cobertura)
- Cercas vivas y barreras naturales
- Agricultura sostenible



<https://pbs.twimg.com/media/D04RNS5UwAIE8Tg.jpg>

¿Por qué los suelos tienen diferentes colores?



- Los suelos tienen diferentes colores debido a la **composición mineral, contenido de materia orgánica, presencia de agua, y procesos químicos y biológicos** que ocurren en ellos.

Materia orgánica

- Color oscuro (negro o marrón):** Indica un alto contenido de **humus** o materia orgánica en descomposición.
- Suelos ricos en materia orgánica suelen encontrarse en climas húmedos y fríos donde la descomposición es más lenta.



Contenido de óxidos de hierro

- Rojo o anaranjado:** Se debe a la presencia de **óxidos de hierro** (como la hematita), lo que indica un suelo bien aireado.

- Amarillo o marrón claro:** Asociado a otras compuestas de hierro, como la goethita, y puede sugerir una menor oxidación o cierta humedad.



Minerales presentes

- El tipo de roca madre influye directamente en el color del suelo. Por ejemplo:
 - Suelos derivados de **basalto** pueden ser más oscuros.
 - Suelos de **granito** o **arena cuarzosa** tienden a ser más claros.



Desde el saber ancestral

- Los Muiscas valoraban profundamente los suelos, minerales y piedras. Utilizaban minerales con fines rituales, medicinales y artísticos. Este saber se relaciona con la química moderna a través de la oxidación.



Saberes Muisca sobre el suelo y los minerales

- El suelo era sagrado: fuente de vida y minerales valiosos (oro, cobre, esmeraldas).
- Usaban pigmentos minerales en cerámica y rituales.
- Observaban transformaciones de color al exponer minerales al fuego, agua o aire.



Mapa de Colombia con la región Muisca resaltada en verde. Se indican las zonas de explotación de oro, cobre, esmeraldas y otros minerales. Debajo del mapa se muestran varias piezas de cerámica de colores vivos (rojo, naranja, verde, azul).

¿Por qué las piedras tienen colores distintos?

- Algunas piedras preciosas deben su color (total o parcial) a la oxidación de metales en su estructura cristalina. Esto ocurre cuando ciertos elementos metálicos (como hierro, cromo, manganeso, titanio o vanadio) están presentes en pequeñas cantidades (impurezas), y cambian de estado de oxidación, afectando cómo la piedra absorbe y refleja la luz.



Una cuadrícula de imágenes de piedras preciosas de diversos colores: rubí, zafiro, esmeralda, topacio, cuarzo, etc.

Cosmovisión y simbolismo



- Las piedras no solo tenían valor material, sino espiritual. El color verde (esmeralda): símbolo de fertilidad. Los pigmentos rojos: sangre de la tierra, usados en rituales. Conocimiento transmitido oralmente y por práctica ancestral.

¿Cómo podemos aprender ciencia desde nuestra historia y territorio?

"La piedra no solo guarda el color de la tierra, sino la memoria de quienes la habitaron."

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3

solución a la actividad de Suelos, minerales y piedras preciosas saber ancestral muisca y procesos de oxidación

Bitacora / Valeria Tellez R

Suelos, minerales y piedras preciosas: saber ancestral muisca y procesos de oxidación.

- Suelo es la capa superficial de la corteza terrestre que se forma a partir de la descomposición de rocas y restos orgánicos. Tiene varias capas tanto la orgánica la superficial, el subsuelo, los fragmentos de roca y la roca madre, para que se forme el suelo deben existir varias variables para que surja como la roca madre, clima, organismos, relieve y tiempo.

tiempo, clima, materia orgánica, relieve, minerales

- relieve: Afecta el drenaje, la erosión y la exposición solar
- Tiempo: El suelo se forma lentamente. Cuanto más tiempo ha pasado desde que comenzó su formación más fuerte
- Clima: Necesita la cantidad de agua
- materia orgánica
- minerales

Tipos de suelo: Tiende a no tener agua, es buena para construcciones, este es el suelo rocoso los suelos arcillosos son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente y tienen nutrientes, otro tipo es el limoso son fértiles y fáciles de trabajar. Por último están los orgánicos que presentan de vacíos de contenidos en agua y nutrientes.

¿Por qué proteger el suelo es proteger la vida?

Porque estos por su clasificación han sido destinados a ciertos trabajos humanos como la agricultura, un ejemplo son los cultivos de cacao, estos benefician a la tierra por nutrientes, pero si solo la tierra se destina a este cultivo se verá perjudicada, a su vez se debilita la producción de estos alimentos y claro está que sin tierras ni suelos fértiles los humanos no podrían sobrevivir.

Otro argumento sería el tiempo que toma que se forman o se regeneran, también los suelos varían según su lugar de origen, ya que geográficamente los lugares tienen otras condiciones que de manera convencional se tienen que arduar, controlar, etc. por ejemplo las zonas que no cuentan con estaciones producen todo el año y de esta manera ayuda a otras naciones que pasan por cambios.

Erosión es el proceso por el cual el suelo es removido por ciertos agentes y causa pérdida de fertilidad, desertificación, deslizamientos. Las otras maneras para prevenir este suceso sería reforestación, terrazas, diques, barreras naturales, cercas vivas y barreras naturales, y agricultura.

Agricultura Sostenible, para intervención de químicos preservar los canales de abejas

Por que los suelos tienen diferentes colores

Por la composición química, por sus nutrientes, por la presencia de agua, por procesos químicos y biológicos, por eso ocurren en ellos.

Desde el saber ancestral: (+)

Los Muisca valoraban profundamente los suelos minerales y piedras. Utilizaban minerales con fines rituales, medicinales y artísticos. Este saber se relaciona con la química moderna a través de la oxidación.

Saberes Muisca

- *Suelo sagrado fuente de vida y minerales valiosos.
- * Usaban pigmentos minerales en cerámica y rituales.

observaban transformaciones de color al exponer minerales al fuego, agua o aire.

¿Por que las piedras tienen distintos colores?

Por su oxidación de metales por su estructura cristalina, eso sucede por sus elementos metálicos que según su presencia cambian de estado de oxidación, absorbiendo en como la piedra absorbe y refleja luz.

-Cosmovisión y simbolismo
las piedras no solo tenían valor material, sino espiritual y este conocimiento fue transmitido oralmente y por prácticas ancestral.

¿Cómo podemos aprender ciencia desde nuestra historia y territorios?

Desde los ecosistemas, ya creo que se podrían enseñar las prácticas que se llevaban a cabo anteriormente, también podrían enseñar a partir de los instrumentos que empleaban anteriormente.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4

Diapositivas "El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental"

El Suelo como Pilar para la Sostenibilidad Ambiental

- ¿Qué pasaría si el suelo desapareciera?
- ¿Está vivo o muerto el suelo?
- ¿Qué funciones cumple en nuestra vida?



- Soporte físico para las plantas: permite el anclaje de raíces y el crecimiento vegetal.
- Almacenamiento y filtración de agua: actúa como una esponja natural, regulando el ciclo hidrológico.
- Regulación del clima: absorbe y almacena carbono, ayudando a mitigar el cambio climático.
- Ciclo de nutrientes: descompone materia orgánica y recicla nutrientes esenciales para los organismos vivos.
- Hábitat de organismos: alberga millones de bacterias, hongos, lombrices y otros seres que mantienen su fertilidad.

- Erosión: pérdida de la capa fértil por acción del agua o el viento.
- Contaminación: acumulación de metales pesados, pesticidas y de residuos industriales.
- Salinización: acumulación de sales solubles en la superficie, afecta cultivos.
- Compactación: uso excesivo de maquinaria pesada que reduce la porosidad del suelo.
- Pérdida de biodiversidad: disminución de organismos beneficiosos que viven en el suelo.

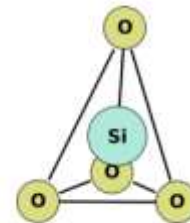


Suelo y sostenibilidad



- ¿Qué puedo hacer para cuidar el suelo desde mi casa o comunidad?

- El bloque fundamental de los silicatos es el tetraedro de silicio-oxígeno (SiO_4^{4-}), que consiste en un átomo de silicio rodeado por cuatro átomos de oxígeno.

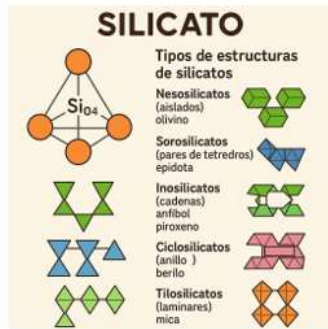




- Tipos de estructuras de silicatos
Dependencia de cómo se unen estos tetraedros, se clasifican en varios grupos
- Nesosilicatos (aislados) – por ejemplo: olivino
- Sorosilicatos (pares de tetraedros) – por ejemplo: epidota
- Inosilicatos (cadenas) – por ejemplo: anfíboles y piroxenos
- Ciclosilicatos (anillos) – por ejemplo: berilo (esmeralda)
- Filosilicatos (laminares) – por ejemplo: mica, talco, celadinita
- Tectosilicatos (red tridimensional) – por ejemplo: cuarzo y feldespato



- Importancia
- Son los minerales más abundantes de la corteza terrestre. Forman rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Tienen aplicaciones en construcción, cerámica, tecnología, cosmética, arte, medicina y más.

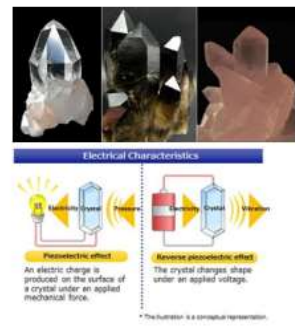


Uso de los silicatos

- Construcción Arena (cuarzo), feldspatos, micas: se usan para fabricar cemento, ladrillos, cerámica, vidrio y concreto. Los silicatos de calcio y sodio se utilizan en revestimientos aislantes térmicos y en yesos.



- Tecnología y electrónica
- El silicio (extraído del cuarzo) es esencial para fabricar chips, transistores y paneles solares. Los vidrios de pantallas están hechos de vidrios de silicato de aluminio o sodio-calcio.



- Utensilios y vajilla
- La porcelana y loza contienen caolín (un silicato de aluminio). Vidrios resistentes (como los de cocina y laboratorios) contienen silicatos de boro.



- Productos de limpieza
- Los silicatos solubles (como el silicato de sodio) se usan en detergentes, jabones industriales y para desengrasar metales.



- Cosmética y farmacéutica
- El caolín y la talcosilita (ambos silicatos) se usan en polvos faciales, cremas y medicamentos tópicos. En pastas dentales como abrasivo suave.

- Educación y ciencia

- Se usan láminas de mica (silicato laminar) en laboratorios como aislantes térmicos y eléctricos.



- Arte y cerámica
- Arcillas (ricas en silicatos) son la base de esculturas, alfarería y azulejos decorativos.

Referencias bibliográficas

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental*. Bogotá, Colombia: MADS.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2015). *El estado de los recursos de suelos del mundo: Resumen técnico*. FAO. <https://www.fao.org/3/i5199s/i5199s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2021). *Los suelos y su papel en el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/observances/world-soil-day>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2019). *Los suelos de Colombia: Caracterización, clasificación y uso sostenible*. Bogotá, Colombia: IGAC.
- Torres, J., & Ramírez, P. (2020). *La importancia del suelo en la sostenibilidad ambiental: una mirada desde la educación ambiental*. *Revista Colombiana de Educación Ambiental*, 25(2), 45–60. <https://doi.org/10.3339/rcea.v25n2.2020>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5

Solución de la actividad de "El suelo como pilar para la sostenibilidad ambiental"

50

Silicatos Laura Daniela Boltraga

- ¿Que pasaría si el suelo desapareciera?
- ¿Esto uno o muerte al suelo?
- ¿Que funciones cumple en nuestra vida?

- Si el suelo desapareciera, se vería gravemente afectado el equilibrio de los ecosistemas y la vida en la tierra, ya que las plantas no tendrían donde crecer, interrumpiendo la cadena alimenticia y provocando escasez de alimentos.

- El suelo está vivo, ya que contiene una gran variedad de organismos como bacterias, hongos, lombrices e insectos, así como otros seres vivos. Participan en procesos importantes como la descomposición de materia orgánica, el ciclo de nutrientes y la formación del humus.

- El suelo cumple funciones fundamentales en nuestra vida debido a que permite el crecimiento de plantas, filtra y almacena agua, regula el clima al absorber carbono, sirve como hábitat de muchos organismos.

- Soporte físico de las plantas. Permite el anclaje de raíces y el crecimiento vegetal.
- Almacenamiento y filtración de agua. Actúa como una esponja natural, regulando el ciclo hidrológico.
- Ciclo de nutrientes. Descompone materia orgánica y recicla nutrientes esenciales para los organismos vivos.
- Hábitat de organismos. Alberga millones de bacterias, hongos, lombrices y otros seres vivos que mejoran su fertilidad.

Problemas Ambientales Del Suelo

- **Erosión:** Pérdida de la capa fértil por acción del agua o el viento.
- **Contaminación:** Acumulación de metales pesados, pesticidas y desechos industriales.

- **Salinización:** Acumulación de sales solubles en la superficie, afecta cultivos.
- **Compactación:** Uso excesivo de una maquinaria pesada que reduce la porosidad del suelo.
- **Pérdida de biodiversidad:** Disminución de organismos beneficiosos que viven en el suelo.

Suelo y sostenibilidad

- Agricultura sostenible
- Compostaje
- Rotación de cultivos

• ¿Que puedo hacer para cuidar el suelo aquí en mi casa o comunidad?

- Darle cuidar el suelo puede evitar arrastrar la basura en la calle o en áreas verdes, separar y reciclar los residuos, y no usar productos químicos contaminantes como pesticidas o fertilizantes que dañen el suelo. También plantar árboles para que ayude a nutrir el suelo.

• El bloque fundamental de los silicatos es el tetraedro de silicio oxígeno (SiO₄) que consiste en un átomo de silicio rodeado por cuatro átomos de oxígeno.



Tipos de estructuras de silicatos dependiendo de cómo se unen estos tetraedros, se clasifican en:

- Nesosilicatos (aislados)** - Por ejemplo: cuarzo.
- Sorosilicatos (Pares de tetraedros)** - Por ejemplo: epidota.
- Inosilicatos (Cadenas)** - Por ejemplo: anfíboles y mica.
- Ciclosilicatos (Anillos)** - Por ejemplo: anfíboles y mica.
- Filosilicatos (Laminados)** - Por ejemplo: mica, talco, caolín.
- Tectosilicatos (red tridimensional)** Por ejemplo: cuarzo y feldespato.

Uso de silicatos

- Construcción de cerámica (cuerpo), ladrillos, vidrios, se usan para fabricar cemento, ladrillos, cerámica, vidrio y concreto. Los silicatos de sodio y potasio se utilizan en productos aislantes térmicos y en vidrios.
- Tecnología y electrónica.
- El silicio (extraído del cuarzo) es esencial para fabricar chips, transistores y paneles solares. Los vidrios de silicato de aluminio o selenio.
- Educación y ciencia.
- Se usan laminas de mica (silicato laminar) en laboratorios como aislantes térmicos y eléctricos.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6

Práctica de laboratorio de suelos



Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento I.E.D.
Sistemas Ambientales y Sociedades
Guía de Laboratorio Textura y composición de un suelo
Docente Dora Marieny Amado Cely



Objetivo de la Práctica:

Identificar la textura del suelo entre arcilloso limoso y arenoso.

Introducción:

El suelo es una capa delgada que se ha formado lentamente a través de los siglos producto de la desintegración de las rocas superficiales por acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y los animales crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. FAO, 1986.

En esta práctica de laboratorio se revisará la textura de diferentes muestras de suelo, recordando la granulometría, las arenas tienen gránulos más grandes, que permiten ser trabajados con facilidad, se desmoronan fácilmente y el agua se infiltra rápidamente, además poseen pocos nutrientes para las plantas. Por otro lado, los suelos limosos tienen gránulos de tamaño intermedio, son pesados y con pocos nutrientes, finalmente los suelos arcillosos están formados por partículas muy pequeñas, son pesados, no drenan ni se desecan fácilmente, estos contienen buenas reservas de nutrientes, al secarse se endurecen y forman terrones por lo que son muy difíciles de trabajar cuando están muy secos.

Materiales, equipos y reactivos

Aportados por los estudiantes:

- Bata
- Guantes
- Muestra de suelo asignada
- Botella plástica de 1.5 L o superior
- Celular (para toma de evidencia)
- Hoja de papel reciclado
- Regla o metro

Aportados por el colegio

- Espátula
- Balanza
- Lupa
- Agua
- Caja de Petri

Procedimiento:

- 1- Lea la guía para tener claridad de los procesos a realizar en el laboratorio.

- 2- Para el ingreso a el laboratorio debe tener puestos los implementos de seguridad (bata, guantes).
- 3- Organícense por equipos de trabajo de 4 estudiantes (determinen quién es el encargado de: materiales, coordinación y tiempos, registros y socializador)
- 4- Verifiquen contar con los materiales antes de iniciar la práctica

Experimento 1

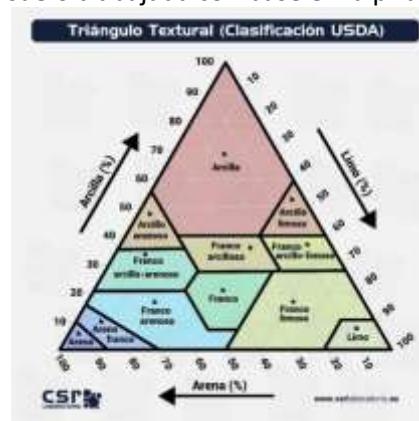
- 1- Coloque una pequeña cantidad de suelo en la caja de Petri, con ayuda de la lupa, realice la descripción detallada de la muestra de suelo.
- 2- Registre sus observaciones.

Experimento 2

- 1- Tome una cucharada o mase 20g de muestra de suelo.
- 2- Coloque agua hasta humedecer.
- 3- Moldee la mezcla para formar una esfera y luego un cilindro.
- 4- Registre la evidencia.

Experimento 3:

- 1- Utilice la hoja de papel reciclado a manera de embudo, úselo para introducir la muestra de suelo en la botella.
- 2- Cubra la muestra con agua hasta 5 cm por encima.
- 3- Tape la botella y agite vigorosamente durante 2 minutos.
- 4- Deje en reposo 20 minutos sobre una superficie, durante este tiempo la mezcla se decantará y formará 3 fases
- 5- Mida la altura total del suelo y de cada una de las fases
- 6- Determine el porcentaje de composición de arena, limo y arcilla.
- 7- Clasifique la muestra de suelo trabajada con base en la pirámide de textura.



Tomado de <https://csrlaboratorio.es/suelos/horizontes-estructura-clasificacion/>

Resultados y análisis

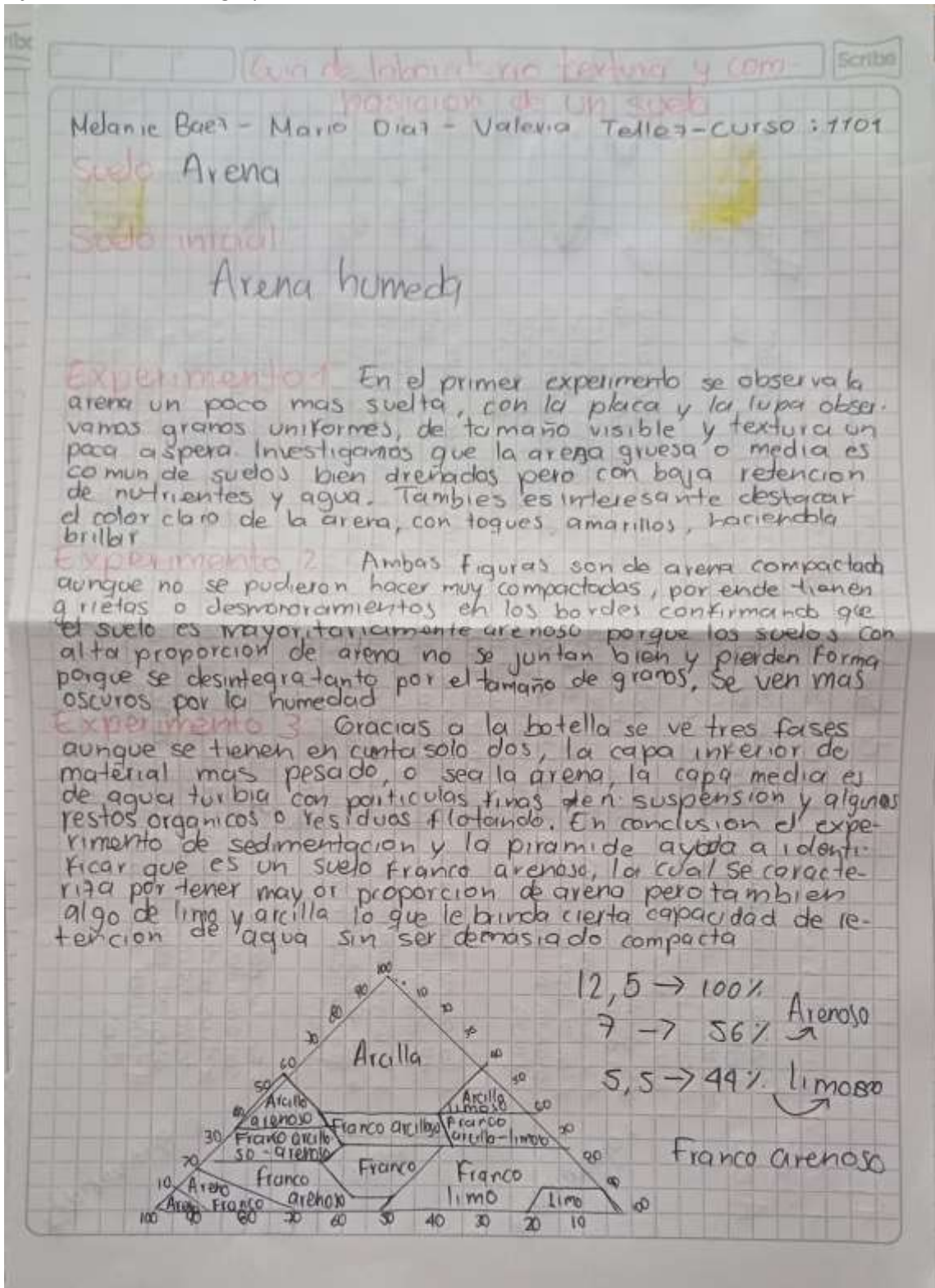
- 1- Elabore una tabla de resultados de todas las muestras de suelo analizadas.
- 2- ¿Existen diferencias significativas en la textura entre las muestras de suelo obtenidas de distintas ubicaciones? ¿A qué crees que se deben estas diferencias?
- 3- ¿Cómo podría la textura de cada muestra influir en la disponibilidad de nutrientes para las plantas o en la actividad microbiana del suelo?
- 4- ¿Cómo podrían mitigarse en futuras prácticas las dificultades o inconsistencias durante el proceso de análisis de textura?

FAO. 1996. *ECOLOGIA Y ENSEÑANZA RURAL Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. Estudio FAO Montes 131. Disponible en https://www.fao.org/4/w1309s/w1309s04.htm#P5_56

Nota. La guía se diseñó por la docente Dora Amado en relación al proyecto investigativo para poder sacar nota a los estudiantes en el área de sistemas ambientales y sociales (SAS), Fuente: Dora Amado, (2025)

Anexo 7

Informe de uno de los grupos de estudiantes



Tabla

Tabla de Suelo - Arena

tipo de características y proceso

- * Estaba húmeda pero suelta
- * Granos de diversos tamaños
- * Colores brillantes y texturas un poco limosas
- * Se detallaba más suelta la arena
- * Se veían más grietas (con la lupa se notan granulos brillantes y más gruesos)

- * La arena tenía un color más amarillento por la humedad
- * Se compactaba muy poco con el agua daba un efecto o una ilusión de que se disuelve

- * En la botella los tonos son amarillos casi carnes
- * Los agitar la botella toma menos del tiempo asignado para separarse
- * También había residuos

Recolección de arena en el parque Ciudad Montes

Con una pala se tomaba una muestra de arena, se colocó en la caja de Petri. Se moldeó con la pala y además se hizo una observación más detallada con la lupa. Se humedeció un poco la arena lo que más se podía pero se guía desintegrando con el tacto he iba aclarando con el paso del tiempo.

En la humedad que había en la arena se dificultó el proceso con el embudo se llenó la botella bastante con arena y si de agua se botó por 2 min y se espeluzó minutos

RESULTADOS

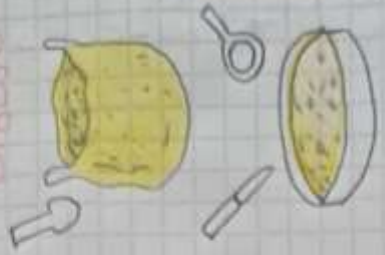
Arena húmeda por los factores climáticos. Resalta y

La arena se ve más clara y se detalla su textura, tonos de arena casi blancos o en cierta medida amarillos. Logro secarse fácilmente pero tampoco estaba compacta así apoyaríamos bastantes veces la pala.

Las formas no fueron tan regulares o estéticas. Se desmoronó con facilidad, los colores eran más oscuros permitiendo destacar las pequeñas partículas de limo que habían

Se vio la dificultad de embudo ya que se filtraron residuos además se evidenciaron 3 capas (en realidad 2) una que era arena y la otra era limoso, la de residuos no se veía pero demuestra que hubo un pericance en el proceso

DIBUJO



Forma no tan regular



Experimento 1

Arena

Experimento 2

Experimento 3

Proyecto SAS: Melara Boez Berby, Valeria Telle Rastiero, Mario Diaz Parlier

1. Elabore una tabla de resultados de todas las muestras de suelo analizadas

Muestra	Forma de esfera	Forma de cilindro	Capas observadas
Aieno	Se deshace facilmente no es muy compacta	Se quebra con facilidad, no mantiene bien la forma	3 capas: parte baja muy gruesa (arena), parte media turbia y parte alta clara
Textura aproximada	Observaciones adicionales		
Suelo arenoso	Suelo de particulas grandes, seco, poca cohesion		

2. Existen diferencias significativas en la textura entre las muestras de suelo obtenidas de distintas ubicaciones? A que cree que se deben estas diferencias?

Nosotros trabajamos con Aieno que tiene una textura muy especifica, particulas gruesas, sueltas y poco cohesionadas. Como se ve en la foto, aunque intentamos moldear la esfera y el cilindro, ambas formas se ven quebradas inestables y poco compactas, lo cual es caracteristico de un suelo con mucha arena y poca arcilla o limo.

Si se llega a comparar nuestra muestra con otra de una zona distinta, como una zona más húmeda o con más vegetación, si podrian haber diferencias significativas.

Por ejemplo. Un suelo con más arcilla formaria figuras más compactas y suaves al tacto, sin que se quiebren.

Un suelo con más materia organica retendria más agua y seria más oscuro, más flexible y con mejor cohesion.

Estas diferencias se deben a factores como:

Para mitigar estas dificultades en futuras prácticas se puede:

- Mejorar la preparación del suelo, tamizar la muestra antes del experimento para eliminar piedras o residuos grandes que interfirieron con el análisis
- Uso adecuado del agua: aplicar el agua poco a poco para evitar que la mezcla quede demasiado seca (se quebra) o demasiado líquida (no se moldea)
- Medición precisa del tiempo de reposo, usar cronómetro para observar las fases en distintos momentos, especialmente en los 20 minutos ya que si se pasa más tiempo las capas pueden volverse más borrosas o mezclarse
- Repetir el experimento si es posible, hacer más de una muestra puede ayudar a comparar resultados y reducir el error
- Fotografiar mejor las fases del experimento, eso es necesario para tener evidencia visual que complementa las observaciones y permita comparar resultados con otros grupos
- Trabajo colaborativo claro, que cada integrante del grupo tenga un rol definido (como nosotros hicimos), Mario resolvía, vale hacia las figuras y más tomaba registros y anotaba todos teníamos un trabajo para evitar confusiones y mejorar el control del experimento

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8

Diapositivas reacciones químicas y balanceo redox



REACCIONES QUÍMICAS Y BALANCEO REDOX

Objetivos de la clase

- Comprender qué es una reacción química.
- Identificar reacciones redox.
- Aprender a balancear ecuaciones redox por el método ion-electrón.

¿Qué es una reacción química?

- Es un proceso donde una o más sustancias se transforman en otras.
- Involucra la ruptura y formación de enlaces químicos.

Tipos de reacciones químicas

- Síntesis (combinación)
dos o más sustancias reaccionan para formar un solo producto:

$$2 \text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{MgO}$$
$$\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$$
$$2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow$$
$$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$$

Las reacciones de descomposición ocurren cuando una sustancia se descompone en dos o más productos. Es lo opuesto a las reacciones de síntesis.

- $2\text{NaNO}_3 \rightarrow 2\text{NaNO}_2 + \text{O}_2$
- $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- $2\text{HgO} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$

Sustitución simple y doble

- es un tipo de reacción química en la que un elemento reemplaza a otro dentro de un compuesto.
- Suelen ocurrir en reacciones acuosas, ácido-base, o de precipitación.
- $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{Cu}$
- $\text{NaCl} + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$

¿Qué es una reacción redox?

- Reacción donde hay transferencia de electrones.
- Involucra oxidación (pérdida de electrones) y reducción (ganancia de electrones).

Oxidación y reducción

- Oxidación: pierde electrones, aumenta su número de oxidación.
- Reducción: gana electrones, disminuye su número de oxidación.

Agente oxidante y reductor

- Agente oxidante: sustancia que se reduce.
- Agente reductor: sustancia que se oxida.

¿Cómo identificar una reacción redox?

- Cambios en los números de oxidación de los elementos.
- Intercambio de electrones entre reactivos.

Reglas básicas del número de oxidación

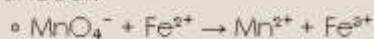
- Elementos libres: 0
- Ion monoatómico: igual a su carga
- Oxígeno: -2 (excepto peróxidos)
- Hidrógeno: +1 (con no metales)

Balanceo redox (medio ácido)

1. Separar en semirreacciones.
2. Balancear elementos distintos al O y H.
3. Balancear O con H_2O y H con H^+ .
4. Agregar e^- para igualar cargas.
5. Sumar semirreacciones y simplificar.

Ejemplo en medio ácido

◦ Balancear:



Ejercicio 1

◦ ¿Cuál es el agente oxidante en la reacción?



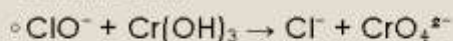
◦ a) Cu b) Ag^+ c) Cu^{2+} d) Ag

Balanceo redox (medio básico)

- Se sigue el mismo procedimiento que en medio ácido.
- Al final se agregan OH^- para neutralizar H^+ y formar H_2O .

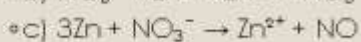
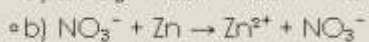
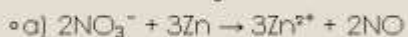
Ejemplo en medio básico

◦ Balancear:



Ejercicio 2

◦ Balancear: $\text{NO}_3^- + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{NO}$



◦ d) Ninguna de las anteriores

Aplicación en la vida cotidiana

• Corrosión de metales (oxidación del hierro).

• Pilas electroquímicas.

• Fotosíntesis y respiración celular.

Preguntas de repaso

- ¿Qué es oxidación?
- ¿Qué se conserva al balancear una reacción redox?
- ¿Qué método se usa para balancear en medio ácido?

Conclusión

- Las reacciones redox implican transferencia de electrones.
- Se deben balancear con cuidado usando el método del ion-electrón.

Tarea

- Realiza 3 ejemplos de reacciones redox en casa con los minerales asignados en las sesiones anteriores

Referencia bibliográfica

- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). Química (12.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). Química general (11.ª ed.). Pearson Educación.
- Brown, T. L., Lemay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C., & Woodward, P. (2018). Química: La ciencia central (14.ª ed.). Pearson Educación.
- Zumdahl, S. S., & Zumdahl, S. A. (2020). Química (11.ª ed.). Cengage Learning.
- Atkins, P., & Jones, L. (2015). Principios de química: Los caminos del descubrimiento (5.ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (2020). Lineamientos curriculares en ciencias naturales: Aprendizajes integrados sobre reacciones químicas y energía. Bogotá, Colombia: MEN.

Fuente: elaboración propia

Anexo 9

Solución de la guía descubre el animal

Thomas Diaz - Gabriela Pinzón 5,0

Descubre el Animal

Instrucciones:

1. Resuelve cada una de las preguntas relacionadas con las reacciones redox y los saberes ancestrales.
2. Cada respuesta correcta te dará una coordenada (letra, número).
3. Ubica los puntos en el plano y únelos en orden. Así descubrirás un animal ancestral.

Preguntas:

En S en H_2S , el número de oxidación es:

A) 0 (A,5)
B) +2 (I,6)
C) -2 (C,2) ✓
D) +6 (C,7)

En $N_2 \rightarrow NH_3$, el nitrógeno cambia de:

A) 0 a +3 (A,6)
B) 0 a -3 (A,4) ✓
C) +5 a +3 (A,5)
D) 0 a -1 (A,9)

En $2Fe^{3+} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{2+}$, el hierro se:

A) Oxida (I,7)
B) Reduce (A,6) ✓
C) Desproporciona (E,3)
D) Neutraliza (C,4)

En $H_2O_2 \rightarrow H_2O$, el oxígeno cambia de:

A) -2 a -2 (I,3)
B) -1 a -2 (C,6) ✓
C) 0 a -2 (F,6)
D) +1 a -2 (D,2)

En $2NO_2 \rightarrow N_2O_4$, el nitrógeno cambia de:

A) +2 a +4 (B,1)
B) +4 a +4 (no cambia) (D,5) ✓
C) 0 a +4 (C,8)
D) +1 a +4 (D,1)

En la combustión de azufre:
 $S + O_2 \rightarrow SO_2$, el azufre pasó de:

A) 0 a -2 (I,1)
B) 0 a +4 (C,6) ✓
C) 0 a +6 (A,9)
D) -2 a +4 (F,5)

En $3Cl_2 + 6OH^- \rightarrow 5Cl^- + ClO_2^- + 3H_2O$, el cloro sufre:

A) Oxidación (B,4)
B) Reducción (C,2)
C) Desproporción (C,4) ✓
D) Neutralización (A,6)

En $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$, el agente oxidante es:

A) Mg (I,6)
B) O_2 (D,3) ✓
C) MgO (A,8)
D) Ninguno (B,9)

En $Fe + Cu^{2+} \rightarrow Fe^{2+} + Cu$, el agente reductor es:

A) Cu^{2+} (A,4)
B) Fe^{2+} (C,4)
C) Fe (C,4) ✓
D) Cu (I,4)

En $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$, el agente oxidante es:

A) Zn (I,3)
B) H^+ (A,4) ✓
C) Cl^- (B,5)
D) H_2 (F,9)

En $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$, el agente reductor es:

A) H_2O (A,1)
B) Na (C,4) ✓
C) H_2 (H,4)
D) NaOH (D,5)

En $2I^- + Br_2 \rightarrow I_2 + 2Br^-$, el agente oxidante es:

A) I^- (E,3)
B) I_2 (A,5)
C) Br^- (I,5)
D) Br_2 (C,9) ✓

En la combustión del etanol:
 $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$, el agente oxidante es:

A) Etanol (C,3)
B) H_2O (D,6)
C) O_2 (D,9) ✓
D) CO_2 (I,6)

Balancea en medio ácido:
 $Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$
El número de electrones transferidos es:

A) 2 (A,6)
B) 3 (C,3)

- 6 (D,8)
D) 7 (B,3)

Balance:



El Mn pasa de:

- A) +2 a +7 (D,8)
 +7 a +2 (C,6)
C) +4 a +2 (A,2)
D) +6 a +2 (D,5)

Balance en medio ácido:



Coefficiente de Fe^{2+} :

- A) 2 (A,6)
B) 3 (A,3)
 5 (D,8)
D) 6 (C,9)

Balance en medio básico:



El cloro se comporta como:

- A) Oxidante (E,3)
B) Reductor (A,9)
 Ambos (disproporción) (D,10)
D) Ninguno (I,1)

¿Cuál de las siguientes NO es una reacción redox?

- A) Combustión (I,5)
 Reacción ácido-base (E,10)
C) Respiración celular (A,6)
D) Fotosíntesis (B,3)

¿Qué tipo de reacción es la siguiente?

- $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
A) Ácido-base (B,1)
 Redox (E,8)
C) Precipitación (C,3)
D) Hidrólisis (A,4)

¿Qué pasa con el número de oxidación en una reducción?

- A) Aumenta (C,5)
 Disminuye (G,8)
C) No cambia (A,9)
D) Se convierte en negativo (E,4)

En la reacción de la respiración:



¿Cuál es el agente oxidante?

- A) Glucosa (D,9)
 Oxígeno (G,9)

- C) CO_2 (C,3)
D) Agua (I,6)

¿Qué significa que una sustancia se reduzca?

- A) Pierde masa (A,1)
 Gana electrones (F,9)
C) Se vuelve gaseosa (I,3)
D) Se convierte en sal (B,6)

¿Cuál de las siguientes es una reacción de oxidación?

- A) $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$ (C,1)
 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ (F,8)
C) $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ (B,5)
D) $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (A,5)

¿Cuál de estas sustancias suele actuar como agente oxidante?

- A) H_2 (A,2)
 Cl_2 (G,8)
C) Na (I,8)
D) CH_4 (F,9)

¿Qué ocurre con el oxígeno en una oxidación?

- A) Se pierde (A,3)
 Se gana (G,10)
C) Se precipita (H,1)
D) No interviene (G,8)

¿Qué tipo de reacción ocurre en una batería cuando se descarga?

- A) Reacción endotérmica (I,9)
B) Reducción solamente (H,1)
 Reacción redox (H,10)
D) Neutralización (B,4)

En una reacción redox, el agente reductor:

- A) Se reduce (I,6)
 Se oxida (H,4)
C) Aumenta su número de oxidación (F,2)
D) Gana electrones (D,6)

¿Qué cambio de número de oxidación indica oxidación?

- A) De 0 a -2 (A,3)
B) De +1 a 0 (I,5)
 De 0 a +2 (G,3)
D) De -1 a 0 (A,9)

El proceso de combustión es un ejemplo de:

- A) Reacción reversible (I,3)
B) Reducción lenta (A,9)
 Reacción redox rápida (E,3)
D) Hidrólisis (A,4)

¿Qué tipo de energía se libera en las reacciones redox?
 A) Luminosa (E,9)
 B) Eléctrica (D,2)
 C) Nuclear (E,5)
 D) Sonora (A,4)

¿Qué elemento químico es más fácil de oxidar?
 A) Oro (B,7)
 B) Plata (G,4)
 C) Sodio (C,2)
 D) Nitrógeno (A,9)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10

Diapositivas explorando la flora

“Conocer las plantas es el primer paso para proteger la vida.”

Clase: Explorando la Flora

Realizado por: Carlos Eduardo Ávila León



Objetivos de la clase

- Reconocer la importancia de la flora en el ecosistema.
- Clasificar la flora según su origen y localización.
- Identificar amenazas y acciones para su conservación.
- Realizar una observación directa de especies vegetales.

¿Qué sabes sobre las plantas?

- Menciona algunas plantas que conozcas.
- ¿Qué funciones cumplen en el ambiente?
- ¿Dónde las has visto crecer?

¿Qué es la flora?

Conjunto de especies vegetales que crecen en una región.



- Se diferencia de la vegetación, que es la forma en que estas se agrupan.
- Colombia es uno de los países con mayor diversidad de flora.

CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS

```
graph TD; A[CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS] --> B[PLANTAS CON FLORES]; A --> C[PLANTAS SIN FLORES]; B --> B1[Se reproducen por semillas.]; B --> B2[Las flores son los órganos de reproducción de estas plantas.]; C --> C1[Se reproducen por esporas que caen al suelo.]; C --> C2[No tienen semillas.]; C1 --> C1a[Musgos]; C1 --> C1b[Helechos]; C2 --> C2a[Musgos]; C2 --> C2b[Helechos];
```



rosafernandezsalamanca primaria

Clasificación de la flora

- Por ubicación: tropical, andina, amazónica, etc.
- Por origen:
 - Nativa
 - Endémica
 - Exótica
 - Invasora

Tipo de flora	Características principales	Ejemplos
Flora tropical	Alta humedad, temperaturas cálidas todo el año.	Palmeras, orquídeas, ceibas.
Flora andina	Crece en zonas montañosas con climas templados o fríos.	Frailejones, pinos, helechos.
Flora amazónica	Alta biodiversidad, bosque húmedo.	Lianas, heliconias, caucho.
Flora de páramo	Resistente al frío, viento y radiación.	Frailejón, musgos, líquenes.
Flora desértica	Adaptada a la escasez de agua.	Cactus, arbustos bajos.

Tipo de flora	Definición	Ejemplos
Nativa	Es originaria del lugar donde se encuentra, aunque también crece en otras zonas.	Guayacán, yarumo.
Endémica	Solo crece en un lugar específico del mundo. Muy sensible a cambios.	Palma de cera (en Colombia).
Exótica	Ha sido traída desde otro país o región, intencional o accidentalmente.	Rosa, eucalipto.
Invasora	Es exótica, pero se reproduce en exceso y desplaza a especies nativas.	Retamo espinoso, kikuyo.



Funciones ecológicas de la flora

- ▶ Produce oxígeno
- ▶ Captura dióxido de carbono
- ▶ Regula el ciclo del agua
- ▶ Proporciona alimento y hábitat
- ▶ Protege el suelo



Producción de oxígeno



Captura de CO₂



Hábitat para otros organismos



Protección de suelos y regulación del agua

Amenazas a la flora

- ▶ Deforestación
- ▶ Cambio climático
- ▶ Minería y agricultura extensiva
- ▶ Especies invasoras



Deforestación



Cambio climático



Minería y agricultura extensiva



Especies invasoras



Conservación de la flora

- ▶ Parques naturales
- ▶ Jardines botánicos
- ▶ Educación ambiental
- ▶ Proyectos con unitarios de reforestación



El Yarumo (*Cecropia Telenitida*)

El yarumo es un árbol nativo de América tropical, muy común en Colombia. Existen varias especies, siendo las más conocidas *Cecropia peltata* y *Cecropia telealba*. Es fácil de reconocer por sus grandes hojas en forma de mano y su tallo hueco.



Usos medicinales tradicionalmente

Muchas comunidades rurales y pueblos indígenas han empleado el yarum o como planta medicinal, gracias a sus propiedades:

Broncodilatador y expectorante: Se utiliza en infusiones o cocimientos de las hojas para aliviar afecciones respiratorias como el asma, Bronquitis, Tos.

Diurético y desintoxicante: Sirve para eliminar líquidos retenidos y limpiar el organismo.

Control de la diabetes: Algunas personas consumen extractos de hoja para reducir los niveles de glucosa en sangre (con supervisión médica).

Cicatrizante y antiinflamatorio: Se aplican las hojas machacadas sobre heridas, llagas o picaduras.

Usos ancestrales y culturales

- ▶ **Sabiduría indígena:** En comunidades amazónicas, el yarum o se asocia con el equilibrio entre el cuerpo y el espíritu. Se considera una planta "buena" o "protectora".
- ▶ **Rituales y limpiezas:** Algunas culturas lo emplean para baños espirituales o limpiezas energéticas.
- ▶ **Simbolismo:** Su rápido crecimiento y su sombra generosa simbolizan protección y renovación.



Usos cotidianos

- ▶ **Reforestación y recuperación de suelos:** El yarum o crece rápido y mejora suelos degradados, por eso se usa en proyectos ecológicos y de recuperación ambiental.
- ▶ **Atracción de fauna:** Sus frutos atraen aves y murciélagos, ayudando a conservar la biodiversidad.
- ▶ **Sombra y ornato:** Se planta cerca de casas rurales y caminos para dar sombra.
- ▶ **Educación ambiental:** Es una especie excelente para enseñar sobre sucesión ecológica y ecosistemas nativos.



Actividad: Bitácora de Exploración Botánica

- ▶ - En grupos de 3, observen 3 especies vegetales escoger las plantas que quieran diferentes a las expuestas:
- ▶ - Describan, dibujen.
- ▶ - Identifiquen si es nativa, endémica o exótica.
- ▶ - Reflexionen sobre su función ecológica.

Referentes bibliográficos

- ▶ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2020). *Flora de Colombia: Diversidad, conservación y usos sostenibles*. Bogotá, Colombia: Instituto Humboldt.
- ▶ Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. Bogotá, Colombia: MADS.
- ▶ Linares, E., & Galeano, G. (2017). *Plantas útiles de Colombia: Un enfoque etnobotánico*. Universidad Nacional de Colombia.
- ▶ Rangel-Ch, J. O. (Ed.). (2015). *Biodiversidad de Colombia: Estado y tendencias de la flora y los ecosistemas terrestres*. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- ▶ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *El papel de la flora en la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria*. FAO. <https://www.fao.org>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Solución de la actividad explorando la flora por algunos estudiantes

"Conocer las plantas es el primer paso para proteger la vida"

Menciono algunas plantas que conozco
Girasol, tulipanes, lirios, margaritas, suculentas

¿Qué funciones cumplen en el ambiente?
para que los animales que viven en el ecosistema
Para la polinización y decorativos

¿Dónde las he visto crecer?
La verdad nunca las he visto en persona, solo en ramos

¿Qué es la flora?
Se diferencia de la vegetación que es la forma en que estas se agrupan. Colombia tiene una gran diversidad de flora.

Clasificación de las plantas

plantas con flor	plantas sin flor
• Se reproducen por semillas	• Se reproducen por esporas
• Las flores son los órganos de reproducción de estas plantas	

Clasificación de la flora = por ubicación, tipo de clima, etc.

Flora tropical: Alta humedad, temperaturas cálidas todo el año.
Flora andina: Crece en zonas montañosas con climas templados o fríos.
Flora amazónica: Alta biodiversidad, bosque húmedo.
Flora de páramo: Resistente al frío, viento y radiación.
Flora acuática: Adaptada a los espacios de agua.

Native: Es originaria del lugar donde se encuentra, aunque también crece en otros países.
Endemica: Solo crece en un lugar específico del mundo. Muy sensibles al cambio.
Exótica: Ha sido traída desde otra país o región internacional.

Es accidentalmente invasora, pero se reproduce en exceso y destruye plantas.

Funciones ecológicas de la flora

- producción de O₂
- Captura de CO₂
- Habitat para otros organismos
- protección de suelos y regulación de H₂O

Amenazas a la Flora

- Deforestación
- cambio climático
- Minería y agricultura extensiva
- Especies invasoras

Conservación de la Flora

Parques naturales - Jardines botánicos - Educación ambiental
Proyectos comunitarios de restauración.

El Yarumo

El yarumo es un árbol nativo de América tropical, muy común del Colombia. Existen varias especies, siendo las más conocidas *Cecropia peltata* y *Cecropia heliconia*. Es fácil de reconocer por sus grandes hojas en forma de mano y su fruto hueco.

Planta medicinal | **Usos ancestrales y culturales**

• Bronca, tos y expectoración	• Sabores indígenas
• Fiebre	• Rituales y limpiezas
• Dureza y desmoronamiento	• Simbolismo
• Control de la diabetes	
• Licofitantes y Anticancerígenos	

Usos actuales

- Restauración y recuperación de suelos
- Atracción de fauna
- Sombra y ornato
- Educación ambiental

Planta	Descripción	Bolugo	Origen	Función
Cedra (Cedrela odorata)	• Es un árbol que puede alcanzar los 30m de altura. • En su parte superior presenta algunas flores blancas. • Es de olor fuerte. • Origen en América tropical.		Exótica	• Planta con propiedades medicinales. • Se le atribuyen propiedades medicinales.
Cagudo (Pithecellobium dulce)	• Es un árbol de la familia de las papilionáceas. • Su fruto es una vaina que contiene semillas. • Los frutos son comestibles. • Origen en América tropical.		Nativa de América tropical	• Medicinal del Sudeste asiático. • Es la fuente de la proteína de soja. • Se utiliza para hacer tofu y tempeh. • Origen en América tropical.
Atacama (Lycium condurcillo)	• Es una especie de cactus que crece en zonas áridas. • Sus frutos son comestibles. • Origen en América tropical.		Nativa de Colombia	• No data antes y era utilizada para hacer bebidas. • Se utilizaba como droga y medicina. • Origen en América tropical.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12

Laboratorio hojas de Guarumo



Universidad Pedagógica Nacional
Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento
Guía de Laboratorio – Identificación de compuestos secundarios en hojas de guarumo
(Cecropia Telenitida)
Docente: Carlos Eduardo Avila León



Objetivo de la práctica

Identificar cualitativamente la presencia de compuestos secundarios (flavonoides, taninos, saponinas, azúcares y alcaloides) en extractos de hojas de guarumo utilizando reactivos caseros.

Introducción

El guarumo (Cecropia Telenitida) es una planta ampliamente distribuida en ecosistemas tropicales, reconocida por su importancia ecológica y por los usos medicinales atribuidos a sus hojas en la tradición popular. Estos usos se deben, en parte, a la presencia de compuestos secundarios como flavonoides, taninos, azúcares, saponinas y alcaloides, los cuales pueden detectarse mediante ensayos cualitativos sencillos con reactivos de uso común en el hogar. La práctica de laboratorio permite que los estudiantes desarrollen habilidades en la extracción, observación y análisis de compuestos presentes en especies vegetales, relacionando los resultados con su aplicación medicinal y cultural.

Materiales

- Hojas frescas o secas de guarumo
- Frascos o vasos de vidrio
- Cucharas
- Filtros de café o papel de cocina
- Mortero o cuchara para triturar
- Jabón líquido o shampoo
- Celular (para registro fotográfico)

Reactivos

- Alcohol
- Vinagre blanco
- Agua caliente
- Limón
- Estufa o baño maría
- Bicarbonato de sodio

Procedimiento

Preparación del extracto de guarumo:

Formar grupos de 3 estudiantes

- Lave varias hojas de guarumo y frutos de este.
- Triture en mortero y agregue alcohol o agua caliente.
- Filtre para obtener el extracto (líquido verde/marrón claro).
- Prueba de flavonoides (con limón o vinagre): En un vaso con extracto de guarumo, añada 5 gotas de limón o vinagre. aparición de una coloración amarilla intensa o naranja indica presencia de flavonoides.
- Prueba de taninos (con vinagre): A otro vaso con extracto, añada una cucharadita de vinagre blanco.

formación de un precipitado marrón o cambio a color oscuro indica taninos (compuestos fenólicos).

- Prueba de saponinas (formación de espuma): Coloca una cucharada del extracto en un frasco con tapa. Agrega una gota de jabón líquido y agita fuertemente durante 1 minuto. si se forma espuma estable (persistente), hay presencia de saponinas.
- Prueba de azúcares (calor + bicarbonato): A un poco del extracto añade una pizca de bicarbonato. Calienta en baño maría por unos minutos. aparición de color café claro o anaranjado sugiere presencia de azúcares reductores.
- Prueba de alcaloides (opcional con vinagre y calor): Agrega 1 cucharadita de vinagre al extracto y calienta suavemente. si aparece un precipitado blanco o turbio, puede haber alcaloides (aunque esta prueba no es muy específica).

Resultados y análisis

- Elabore una tabla con los resultados de cada prueba para las hojas de guarumo.
- ¿Qué compuestos se detectaron?
- ¿Qué reacciones fueron más evidentes y fáciles de identificar?
 - ¿Cómo se relacionan los compuestos detectados con los usos medicinales atribuidos al guarumo?
 - Comparar con información de fuentes bibliográficas hacer uso de citas textuales y referentes bibliográficos.
 - Máximo 3-4 ideas claras sobre lo aprendido **explicado por usted**.
 - Responder: ¿qué importancia tiene el guarumo en el contexto cultural y científico?

Seguridad

- No consumir el extracto preparado.
- Lávese bien las manos después de manipular las muestras.
- Trabajar bajo supervisión si se usan fuentes de calor o alcohol.

Referencias

Ortiz, O. O. (2019). *Cecropia telenitida* Cuatrec. (Urticaceae; Cecropiaceae) — caracterización fitoquímica de hojas. *Biochemical Systematics and Ecology*. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2019.103000>. [ScienceDirect](#)

AdoptaBosque / estudio técnico. (2020). *Cecropia telenitida* Cuatrec. — *caracterización y composición fenólica de extractos foliares* (Informe técnico, resumen). [Adoptabosque](http://adoptabosque.org). adoptabosque.org

Gutiérrez, G. (2021). *Pentacyclic triterpene profile and its biosynthetic pathway: evidencia en Cecropia telenitida*. *Journal / PubMed*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33670502>. [PubMed](#)

Shade Coffee. (s. f.). *Cecropia telenitida* — ficha de especie (usos: medicinal, ornamental, restauración). [Shade](https://www.shadecoffee.org/en/catalog/colombia/species/cecropia-telenitida). [Catalog](https://www.shadecoffee.org/en/catalog/colombia/species/cecropia-telenitida). <https://www.shadecoffee.org/en/catalog/colombia/species/cecropia-telenitida>. [shadecoffee.org](https://www.shadecoffee.org)

Catálogo de Flora del Valle de Aburrá — Universidad EIA. (s. f.). *Yarumo, Yarumo blanco (Cecropia telenitida)*. Catálogo de Flora del Valle de Aburrá. [Catálogo de Flora Valle de Aburrá](http://catalogo.flora.aburra.edu.co)

Jardín Botánico de Bogotá. (s. f.). *Plantar con ciencia — ficha: Yarumo (Cecropia telenitida)*. Jardín Botánico de Bogotá. jbb.gov.co

Hernández Carvajal, J. E. (2013). *Estudio fitoquímico preliminar de especies del género Cecropia: flavonoides, taninos y terpenoides*. *Revista de Fitomedicina / SciELO* (estudios sobre especies afines). [SciELO](http://www.scielo.org)

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13

informe de un grupo de estudiantes del laboratorio de identificación de compuestos en hojas de Guarumo

Integrantes: Thomas Diaz, Paula Ortegata y Gabriela Pinzón

Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento

Objetivo de la práctica:

Identificar cualitativamente la presencia de compuestos secundarios (flavonoides, taninos, saponinas, azúcares y alcaloides) en extractos de hojas de guarumo utilizando reactivos caseros.

Materiales: <ul style="list-style-type: none">• Hojas frescas o secas de guarumo• Frascos o vasos de vidrio• Cucharas• Filtros de café o papel de cocina• Mortero o cuchara para triturar• Jabón líquido o shampoo• Celular (para registro fotográfico)	Reactivos: <ul style="list-style-type: none">• Alcohol• Vinagre blanco• Agua caliente• Limón• Estufa o baño maría• Bicarbonato de sodio
--	---

Marco Teórico:

Guarumo El guarumo (*Cecropia spp*) es una planta característica de los ecosistemas tropicales, valorada no solo por su papel ecológico en la sucesión secundaria y como especie pionera, sino también por sus propiedades medicinales ampliamente difundidas en la medicina tradicional latinoamericana. Hernández-Carvajal, J. E., et al. (2013)

Compuestos secundarios

Los compuestos secundarios presentes en sus hojas, flavonoides, taninos, saponinas, azúcares y alcaloides, cumplen funciones ecológicas de defensa contra herbívoros y microorganismos, pero también han sido reconocidos por sus beneficios farmacológicos en humanos. Según Hernández-Carvajal, J. E., et al. (2013), estos metabolitos secundarios son claves en la interacción planta-ambiente y han servido como base para la obtención de principios activos en farmacología.

Flavonoides

Los flavonoides poseen actividad antioxidante y antiinflamatoria, lo que explica su uso en infusiones para el tratamiento de problemas respiratorios. Ayala-Mata, F., et al. (2019)

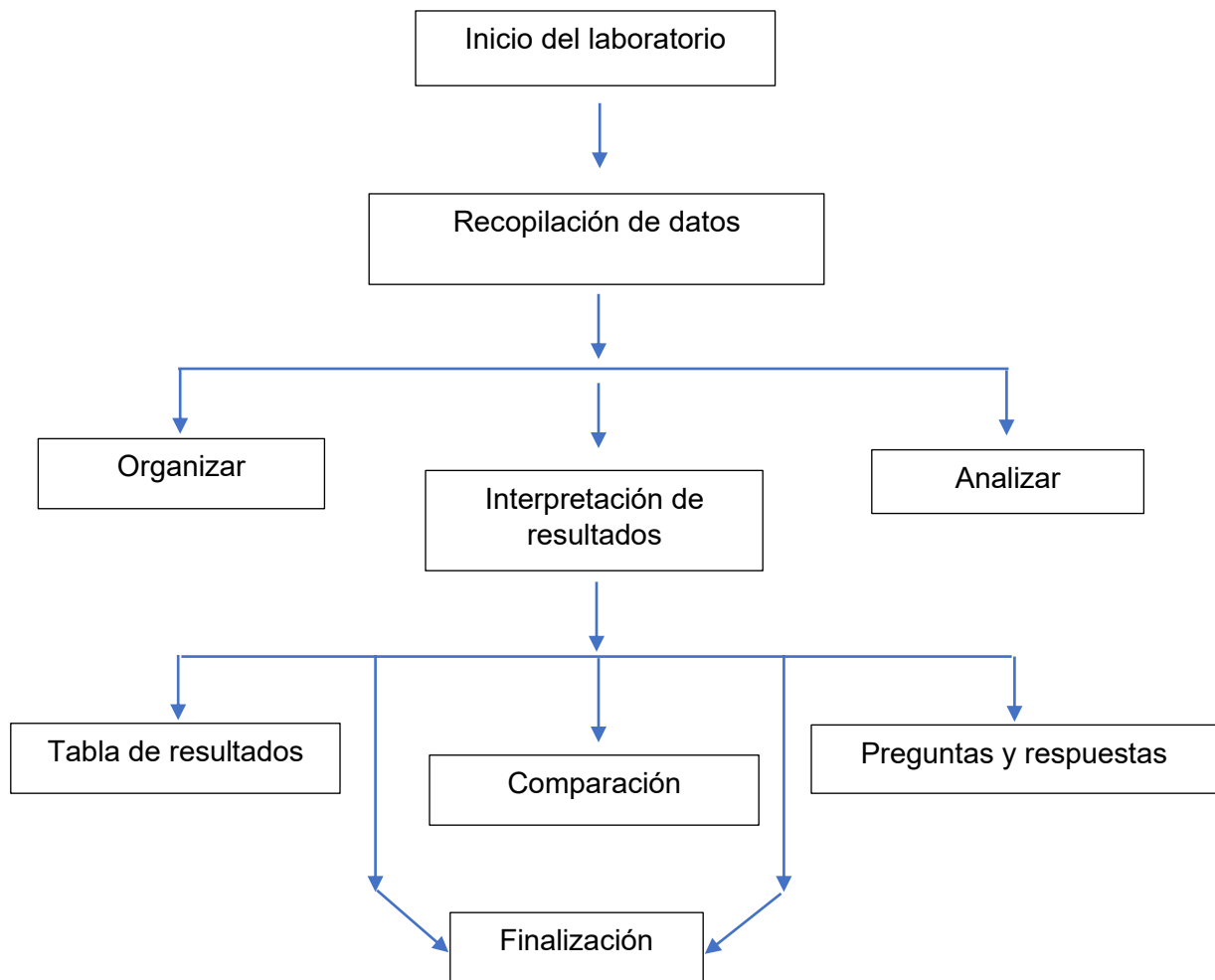
Taninos

Los taninos, por su parte, presentan propiedades astringentes y anticribióticas, asociadas al control de infecciones gastrointestinales. Sandoval, G. V., *et al.* (2018)

Saponinas

Asimismo, las saponinas se destacan por su capacidad de formar espuma y por sus efectos expectorantes, lo que justifica su empleo popular contra el asma y la bronquitis. Palomino, B. C. F. P., *et al.* (2020)

Procedimiento – diagrama de flujo:



Procedimiento:

Tabla 1: Experimento #1

Prueba de flavonoides

Instrucciones: En un vaso con extracto de guarumo, añade 5 gotas de limón o vinagre. aparición de una coloración amarilla intensa o naranja indica presencia de flavonoides



Limón



Resultado: El resultado que se obtuvo al agregar las 5 gotas de limón fue que la sustancia de guarumo se tornó de una coloración naranja intensa, lo que indica presencia de flavonoides.

Análisis de la muestra: Esto se debe a que estos compuestos reaccionan frente a ácidos débiles, como el vinagre o el limón, produciendo cambios de color característicos que permiten su detección cualitativa en el laboratorio.

Tabla 2: Experimento #2

Prueba de taninos

Instrucciones: A otro vaso con extracto, añade una cucharadita de vinagre blanco. formación de un precipitado marrón o cambio a color oscuro indica taninos (compuestos fenólicos).

Vinagre



Resultado: El resultado que se obtuvo al añadir vinagre blanco al extracto de guarumo fue que no mostró formación de un precipitado marrón ni un cambio notorio a un color oscuro, por lo que no se evidencia la presencia de taninos en la muestra

Análisis de la muestra: La ausencia de reacción confirma que en el extracto no hay cantidad significativa de compuestos fenólicos del tipo taninos, ya que estos suelen interactuar con ácidos débiles produciendo un precipitado o un viraje de color característico. Por lo tanto, se concluye que el guarumo no presentó indicios de taninos bajo las condiciones del experimento realizado

Tabla 3: Experimento #3

Prueba de saponinas

Instrucciones: Coloca una cucharada del extracto en un frasco con tapa. Agrega una gota de jabón líquido y agita fuertemente durante 1 minuto. si se forma espuma estable (persistente), hay presencia de saponinas.

Jabón



Resultado: Al agitar el extracto de guarumo con una gota de jabón líquido, se observó la formación de espuma estable y persistente en la superficie

Análisis de la muestra: La presencia de espuma confirma que el extracto contiene saponinas, compuestos caracterizados por su capacidad de reducir la tensión superficial y generar espuma duradera. Esto se debe a su naturaleza anfipática, ya que poseen una parte soluble en agua y otra soluble en grasas, lo que explica su comportamiento similar al de los detergentes naturales.

Tabla 4: Experimento #4

Prueba de azúcares

Instrucciones: A un poco del extracto añada una pizca de bicarbonato. Calienta en baño maría por unos minutos. aparición de color café claro o anaranjado sugiere presencia de azúcares reductores.



Bicarbonato + calor



Resultado: Al añadir bicarbonato al extracto de guarumo y calentarlo en baño maría, se observó un cambio de color hacia un tono café anaranjado

Análisis de la muestra: Estos compuestos reaccionan bajo condiciones de calor en medio alcalino, produciendo tonalidades que van del anaranjado al marrón debido a la formación de productos de descomposición y reacciones de caramelización. Por lo tanto, el guarumo presenta azúcares que pueden actuar como agentes reductores en reacciones químicas

Tabla 5: Experimento #5

Prueba de alcaloides	
<p>Instrucciones: Agrega 1 cucharadita de vinagre al extracto y calienta suavemente. si aparece un precipitado blanco o turbio, puede haber alcaloides (aunque esta prueba no es muy específica).</p>	
	<p>Vinagre + calor</p> 
<p>Resultado: Después de añadir vinagre al extracto de guarumo y calentar suavemente, no se observó la formación de un precipitado blanco ni turbidez en la muestra</p>	
<p>Análisis de la muestra: La ausencia de precipitado indica que no hay evidencia de alcaloides en el extracto bajo las condiciones de esta prueba. Dado que este ensayo no es muy específico, el resultado dice que, si los alcaloides están presentes, lo están en concentraciones muy bajas o no reaccionan con este método, sin embargo, con la evidencia obtenida se concluye que no se detectaron alcaloides en la muestra analizada</p>	

Resultados y análisis:

1. Elabore una tabla con los resultados de cada prueba para las hojas de guarumo ¿Qué compuestos se detectaron?

Prueba	Limón	Vinagre	Jabón	Bicarbonato + agua	Vinagre + agua

1	Flavonoides <input checked="" type="checkbox"/>				
2		Taninos <input checked="" type="checkbox"/>			
3			Saponinas <input checked="" type="checkbox"/>		
4				Azúcares <input checked="" type="checkbox"/>	
5					Alcaloides <input checked="" type="checkbox"/>

2. ¿Qué reacciones fueron más evidentes y fáciles de identificar?

Consideramos que la más evidente y fácil de identificar fue de flavonoides, comenzando por lo que fue el primer experimento que realizamos y lo pudimos comparar con los demás, también por qué fue una reacción bastante rápida y cambio a un tono muy claro por lo que fue más notorio. Continuando decidimos que el experimento de saponinas fue muy notorio mediante la espuma que mostro, pero dijimos que por lo que la reacción fue más demorada y nosotros estuvimos más involucrados por lo que toco agitar para que la reacción sucediera la ponemos de segunda. Por ultima pusimos el de azúcares ya que nos tocó calentar la mezcla para que esta reaccionara, pero después de calentar esta por 3 minutos aproximadamente se comenzó a ver una espuma y un cambio de tono en la mezcla

3. ¿Cómo se relacionan los compuestos detectados con los usos medicinales atribuidos al guarumo?

Los compuestos detectados en las hojas de guarumo se relacionan directamente con sus usos medicinales tradicionales: los flavonoides respaldan su función antiinflamatoria y antioxidante; los taninos explican su acción astringente y la utilidad en el alivio de trastornos digestivos; las saponinas justifican su empleo en problemas respiratorios por su efecto expectorante; y los azúcares, aunque de menor relevancia medicinal, aportan un valor energético adicional en infusiones.

4. Comparar con información de fuentes bibliográficas hacer uso de citas textuales y referentes bibliográficos.

En el laboratorio al utilizar las hojas de guarumo, se detectó la existencia de flavonoides, azúcares y saponinas. Esto coincide con lo que se ha reportado en la literatura científica, donde se afirma que esta especie tiene metabolitos secundarios con propiedades farmacológicas significativas. Se vio, por ejemplo, que los flavonoides tienen propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, lo que justifica su empleo en infusiones para lidiar con problemas respiratorios Ayala-Mata et al (2019). Por otro lado, las saponinas sobresalen debido a su habilidad de generar espuma y a sus efectos expectorantes Palomino et al (2020). Igualmente, aunque en el experimento no se encontraron alcaloides ni taninos, la bibliografía señala que los taninos tienen características anticribióticas y astringentes, que están vinculadas con la regulación de infecciones gastrointestinales Sandoval et al (2018). Esto evidencia cómo el método de análisis y las condiciones de extracción pueden afectar los resultados. En este contexto, la práctica de

laboratorio no solo nos permitió afirmar la existencia de algunos compuestos, sino que también permitió comparar las pruebas experimentales con estudios científicos que respaldan los usos medicinales asociados al guarumo.

5. Máximo 3–4 ideas claras sobre lo aprendido explicado por ustedes

- Comprobamos gracias a los experimentos, la presencia de compuestos secundarios que contienen las hojas de guarumo y entendimos cómo estos están directamente relacionados con los usos medicinales tradicionales que se les atribuyen en diferentes comunidades
- Observamos que los flavonoides y las saponinas fueron las reacciones más fáciles de identificar, lo cual nos permitió confirmar su importancia en beneficios respiratorios y antiinflamatorios, lo que nos dio más claridad sobre su aplicación en el cuerpo humano
- Aprendimos que no todos los compuestos mencionados en la teoría aparecieron en nuestros experimentos, lo que nos enseñó que la metodología usada puede influir en los resultados y que a veces se requieren técnicas más precisas
- Reconocimos que la experimentación fue una manera de conectar el conocimiento tradicional sobre el guarumo con la validación científica, mostrando cómo la ciencia puede complementar e incluso dar valor al saber ancestral

6. Responder: ¿qué importancia tiene el guarumo en el contexto cultural y científico?

El guarumo es una planta de gran importancia cultural y científica: culturalmente, porque ha sido parte de la medicina tradicional en comunidades rurales, transmitida de generación en generación como un recurso natural para tratar dolencias respiratorias, digestivas y antiinflamatorias; y científicamente, porque contiene metabolitos bioactivos como flavonoides, taninos y saponinas, los cuales pueden servir como base para el desarrollo de Fito medicamentos. Como grupo reconocemos que esta planta representa un puente entre el saber ancestral y la validación científica, mostrando cómo el conocimiento popular y la investigación moderna pueden complementarse para valorar y aprovechar de manera sostenible la biodiversidad.

Referencias:

Ayala-Mata, F., Méndez, I., Ramírez, J., & Soto, G. (2019). Propiedades antioxidantes y farmacológicas de los flavonoides: una revisión. *Revista de Ciencias Farmacéuticas*, 30(2), 1–10.

Hernández-Carvajal, J. E., et al. (2013). Estudio fitoquímico preliminar de *Cecropia membranacea* y *Cecropia metensis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(4), 586-595. Recuperado de https://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962013000400010&script=sci_abstract

Palomino, B. C. F. P., Rodríguez, H., & Vargas, M. (2020). Saponinas: características, aplicaciones y efectos farmacológicos. *Revista Colombiana de Química Aplicada*, 52(1), 1–8.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14

Laboratorio de electrodeposición

Parte 1 del laboratorio

Objetivo:

Los estudiantes comprenderán el proceso de electrodeposición a través de NaCl y $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Introducción:

La electrodeposición, técnica basada en la electrólisis en la cual iones metálicos presentes en el electrolito se reducen en el cátodo, depositándose en forma de una capa metálica. Este proceso se emplea ampliamente en la galvanoplastia, el recubrimiento anticorrosivo, la fabricación de componentes electrónicos y la obtención de acabados decorativos en joyería. La calidad del depósito metálico depende de variables como la densidad de corriente, la composición del electrolito, la temperatura y el tiempo.

- Se realiza en una celda electrolítica, que contiene dos electrodos conectados a una fuente de corriente y sumergidos en un electrolito.
- En el cátodo (polo negativo) ocurre la reducción.
- En el ánodo (polo positivo) ocurre la oxidación.

Materiales Necesarios:

- Fuente de corriente continua pila de 9 V
- Dos electrodos de grafito
- Recipiente de vidrio
- Agua destilada
- Sal de mesa (NaCl)
- Cables de conexión
- Soporte para electrodos
- Vaso de precipitado
- Guantes
- Celular para registro fotográfico

Seguridad en el Laboratorio:

- guantes en todo momento.
- Asegurarse de que los cables y conexiones estén secos antes de conectarlos a la fuente de electricidad.
- Realizar el experimento en un área bien ventilada.
- Seguir todas las políticas de seguridad de la escuela.

Procedimiento:

En grupo de tres estudiantes

1. Preparación del Solución:

- Llenar el recipiente de vidrio con agua destilada.
- Añadir una cucharadita de sal al agua y mezclar hasta que se disuelva.

2. Preparación del Circuito:

- Colocar los electrodos de grafito en el soporte y sumergirlos en el agua.
- Conectar los cables de conexión a los electrodos y luego a la fuente de corriente continua.
- Asegurar que los electrodos no se toquen entre sí.

3. Realización de la Electrólisis:

- Encender la fuente de corriente y observar las burbujas que se forman en cada electrodo.
- Identificar cuál de los gases es hidrógeno (en el cátodo) y cuál es oxígeno (en el ánodo).

Parte 2 del laboratorio

Electrodeposición de Cobre

Objetivo

Obtener una capa de cobre sobre un electrodo metálico mediante electrodeposición usando una solución de sulfato de cobre y corriente eléctrica.

Materiales y Reactivos:

Materiales:

- Objeto metálico para recubrir, que funcionará como cátodo
- Electrodo metálico de cobre como ánodo

- Fuente de corriente continua (batería o fuente de alimentación de 9 V)
- Cables con pinzas cocodrilo
- Cronómetro o reloj
- Balanza electrónica
- Vasos de precipitados o recipientes adecuados
- Varilla agitadora
- Celular par registro fotográfico

Reactivos:

- Sulfato de cobre (CuSO_4): 50 gramos para preparar la solución
- Agua destilada: 250 ml

Procedimiento Experimental:

1. Preparación Inicial:

- Pesa y registra la masa del cátodo (la pieza metálica que se recubrirá).
- Prepara la solución electrolítica disolviendo 50 gramos de sulfato de cobre en 250 ml de agua destilada.

2. Montaje del Circuito:

- Coloca el ánodo y el cátodo en paralelo dentro de la solución, asegurándote de que no se toquen.
- Conecta el cátodo al polo negativo y el ánodo al polo positivo de la fuente de corriente.

3. Inicio de la Electrodeposición:

- Enciende el cronómetro al completar el circuito.
- Permite que el proceso dure entre 10 y 15 minutos.

4. Finalización:

- Apaga la fuente de corriente.
- Retira el cátodo y enjuágalo con agua destilada.
- Sécalo cuidadosamente.
- Pesa el cátodo nuevamente para determinar la cantidad de cobre depositado.

Seguridad en el Laboratorio:

- Bata, guantes durante todo el experimento.
- Asegúrate de que todos los equipos eléctricos estén en buen estado para evitar cortocircuitos.

Preguntas de Reflexión:

1. ¿Qué observaste en la superficie del cátodo después del experimento?
2. ¿Cómo afectó la duración del tiempo al grosor de la capa de cobre?
3. ¿Qué mejoras podrías sugerir para aumentar la eficiencia del proceso?

Parte 3 del laboratorio

Pomada con Extracto de Guarumo Líquido

Materiales Necesarios:

- Extracto líquido de guarumo: 50 ml
- Cera de abejas: 30 gramos
- Glicerina: 50 ml
- Olla o recipiente para calentar
- Hornillo eléctrico
- Termómetro
- Recipientes pequeños para la pomada
- Varillas de agitación
- Trozos de metal oxidado (ej. cobre o hierro)
- Guantes
- Celular para registro fotográfico

Procedimiento:

Preparación de la Pomada:

- Calienta la cera de abejas en la olla a fuego lento hasta que se derrita.
- Añade la glicerina a la cera derretida, mezclando bien.

- Incorpora el extracto líquido de guarumo a la mezcla de cera y glicerina, asegurándote de mezclar hasta obtener una consistencia homogénea.
- Vierte la mezcla en recipientes pequeños y deja enfriar.

Prueba de la Pomada:

- Aplica una pequeña cantidad de la pomada sobre un trozo de metal oxidado.
- Deja actuar durante 10 minutos y luego limpia con un paño.

Seguridad en el Laboratorio:

- Usa siempre guantes durante el experimento.
- Maneja con cuidado los materiales calientes para evitar quemaduras.
- Asegúrate de que la ventilación sea adecuada al calentar sustancias.

Preguntas de parte 1 del laboratorio:

¿Qué observaste en el cátodo y en el ánodo durante la experiencia?

¿Por qué es importante la sal en este experimento?

¿Cómo podrías mejorar la eficiencia del proceso?

Preguntas de la parte 2 del laboratorio

¿Qué observaste en la superficie del cátodo después del experimento?

¿Cómo afectó la duración del tiempo al grosor de la capa de cobre?

¿Qué mejoras podrías sugerir para aumentar la eficiencia del proceso?

Evaluación:

- Los estudiantes deben presentar un informe escrito que incluya observaciones, explicaciones del proceso y respuestas a las preguntas de reflexión.
- Realizar una breve presentación oral de los resultados obtenidos.

Estándares Relacionados:

1. HS-PS1-2: Construir y revisar una explicación para los resultados de la experiencia, basándose en las propiedades de las sustancias involucradas.
2. HS-PS3-3: Diseñar, construir y refinar un dispositivo que convierta un tipo de energía en otro, como la energía eléctrica en energía química

Referencias bibliográficas

- Atkins, P., & De Paula, J. (2014). *Atkins' physical chemistry* (10th ed.). Oxford University Press.
- Bard, A. J., & Faulkner, L. R. (2001). *Electrochemical methods: Fundamentals and applications* (2nd ed.). Wiley.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C. J., & Woodward, P. M. (2018). *Química: La ciencia central* (14.ª ed.). Pearson Educación.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2016). *Química* (12.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Gutiérrez, G. (2021). *Perfil triterpénico pentacíclico y ruta biosintética en Cecropia telenitida*. *Journal of Natural Products*, 84(3), 456–467. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.0c01234>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2020). *Ficha ecológica de Cecropia telenitida (yarumo)*. Bogotá, Colombia: Instituto Humboldt.
- Shade Coffee. (s. f.). *Cecropia telenitida* — usos medicinales y ecológicos. The Shade Catalog. <https://www.shadecoffee.org/es/catalog/colombia/species/cecropia-telenitida>

Fuente: Elaboración propia

Anexo15

Informe de un grupo de estudiantes en la práctica de electrodeposición y la pomada de Yarumo
Integrantes: Valentina Rodríguez, Camila Lagos, Gabriela Pinzón

Colegio Luis Carlos Galán Sarmiento

Parte 1 del laboratorio

Objetivo: Los estudiantes comprenderán el proceso de electrólisis y experimentarán la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno mediante el uso de corriente eléctrica.

Materiales Necesarios:

- Fuente de corriente continua pila de 9 V
- Dos electrodos de grafito
- Recipiente de vidrio
- Agua destilada
- Sal de mesa (NaCl)
- Cables de conexión
- Soporte para electrodos

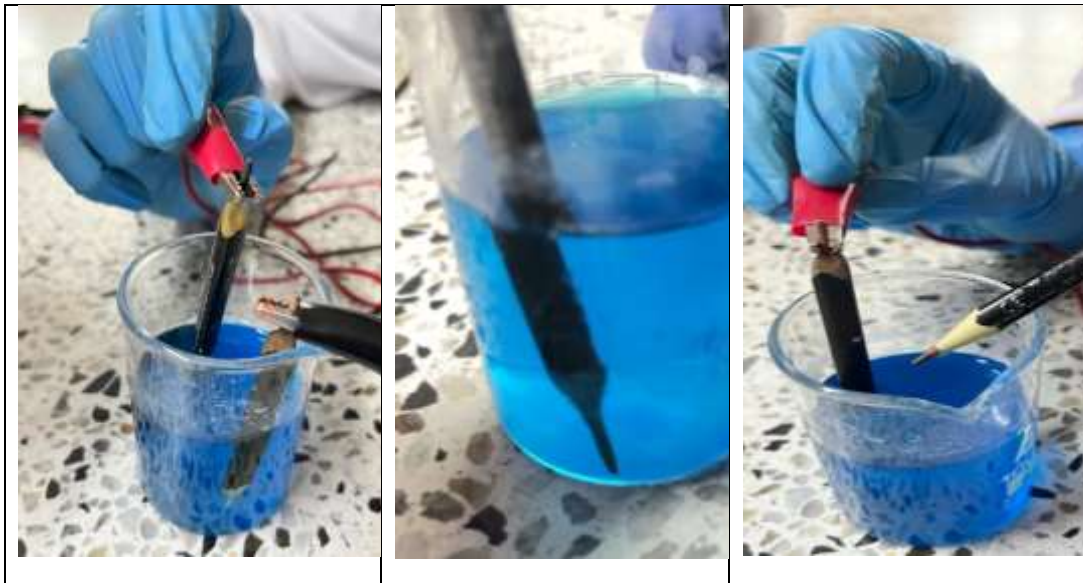
- Vaso de precipitado
- Guantes
- Celular para registro fotográfico

Procedimiento

1. Preparación de la solución

	
<p>Primero se pesaron 50 g de sulfato de cobre</p>	<p>Y se agregaron a 250 ml de agua, luego se mezcló</p>

2. Preparación del circuito:



Luego se colocaron los electrodos de grafito en el soporte y sumergieron en el agua.	Al encender la fuente de corriente podemos observar que se empiezan a generar burbujas	Y a su vez con el paso de los segundos se observa un cambio de color en uno de los grafitos
--	--	---

Es posible identificar que en el cátodo (-) no se libera hidrógeno, en cambio aparece un recubrimiento rojizo que significa depósito de cobre, por otro lado, en el ánodo se forman burbujas de oxígeno.

Parte 2 del laboratorio

Objetivo: Obtener una capa de cobre sobre un electrodo metálico mediante electrodeposición usando una solución de sulfato de cobre y corriente eléctrica.

Materiales:



- Objeto metálico para recubrir, que funcionará como cátodo
- Electrodo metálico de cobre como ánodo
- Fuente de corriente continua (batería o fuente de alimentación de 9 V)
- Cables con pinzas cocodrilo
- Cronómetro o reloj
- Balanza electrónica
- Vasos de precipitados o recipientes adecuados
- Varilla agitadora
- Celular par registro fotográfico

Reactivos:

- Sulfato de cobre (CuSO_4): 50 gramos para preparar la solución
- Agua destilada: 250 ml

Procedimiento

1. Preparación inicial y montaje del circuito

	
<p>Al comienzo la pieza de metal tenía un peso de 0.32 g</p>	<p>Luego se sumerge el ánodo y el cátodo paralelos dentro de la solución conectados a los polos correspondientes</p>

2. Inicio de la electrodeposición y finalización:

	
<p>Después de los 10 minutos se retiró la pieza de metal y a primera vista se observa un color rojizo</p>	<p>Al pesar nuevamente la pieza se tiene una diferencia de 0,03 g respecto a la inicial</p>

Entonces, es posible decir que se llevó a cabo la electrodeposición de cobre, logrando que la pieza metálica ganara masa al recubrirse con una capa de este metal

Preguntas de reflexión:

1. ¿Qué observaste en la superficie del cátodo después del experimento?

Después del experimento, la superficie del cátodo mostró un recubrimiento de color rojizo característico del cobre metálico, la pieza se veía más brillante y con un aspecto diferente a la inicial, indicando que los iones Cu^{2+} de la solución se depositaron exitosamente

2. ¿Cómo afectó la duración del tiempo al grosor de la capa de cobre?

El tiempo de electrodeposición influyó directamente en la cantidad de cobre depositado porque a mayor duración, más iones Cu^{2+} tuvieron oportunidad de reducirse en el cátodo, generando una capa más gruesa y aumentando la masa de la pieza metálica

3. ¿Qué mejoras podrías sugerir para aumentar la eficiencia del proceso?

Para mejorar la eficiencia se podrían controlar mejor las condiciones experimentales, como mantener una concentración constante de la solución de sulfato de cobre, usar electrodos de mayor pureza, regular la intensidad de la corriente para evitar depósitos irregulares y alargar el tiempo.

Parte 3 del laboratorio

Materiales Necesarios:

- Extracto líquido de guarumo: 50 ml
- Cera de abejas: 30 gramos
- Glicerina: 50 ml
- Olla o recipiente para calentar
- Hornillo eléctrico
- Termómetro
- Recipientes pequeños para la pomada
- Varillas de agitación
- Trozos de metal oxidado (ej. cobre o hierro)
- Guantes
- Celular para registro fotográfico

Procedimiento:

1. Preparación de la pomada



Se calentó la cera de abejas en una olla hasta que se derrita, luego se le agregó glicerina y se incorporó a esta mezcla el extracto líquido de guarumo

2. Prueba de la pomada



Luego de tener la pomada lista, se aplica una pequeña cantidad de pomada sobre un trozo de metal oxidado.

Preguntas de parte 1 del laboratorio:

1. ¿Qué observaste en el cátodo y en el ánodo durante la electrodeposición?

Durante el proceso de electrodeposición en el experimento número 1 se observó que los dos electrodos de cobre y hierro sufrieron una reacción en sus extremos visualizando una capa rojiza en el clavo por el cobre.

2. ¿Por qué es importante la sal en este experimento?

En este experimento la sustancia de la sal es de gran relevancia debido a que funciona como electrolito, que en consecuencia al disolverse con el agua permite el paso de la corriente eléctrica a

los objetos establecidos. Esto sucede gracias a que los iones de sodio y cloruro de la sal se descomponen y dan paso a la conducción eléctrica de la disolución

3. ¿Cómo podrías mejorar la eficiencia del proceso de electrodeposición?

Es posible que la eficiencia del proceso de electrodeposición pueda ser mejorada con una batería de carga mayor, que distribuya la energía a ambos electrodos de forma rápida, e igualitaria en potencia. También se podría mejorar el proceso al usar algún tipo de reactivo aún más fuerte que la sal

Preguntas de la parte 2 del laboratorio

1. ¿Qué observaste en la superficie del cátodo después del experimento?

Se observa que la superficie del cátodo queda recubierta con una capa delgada de cobre rojizo. Esta capa no siempre se ve uniforme, ya que en algunas partes fue más visible y en otras menos, dependiendo del contacto eléctrico y de la cantidad de tiempo que estuvo sumergido.

2. ¿Cómo afectó la duración del tiempo al grosor de la capa de cobre?

A mayor tiempo, la capa de cobre depositada en el cátodo fue más gruesa y notoria, a diferencia de los tiempos más cortos en los que se tuvo sumergido el cátodo, ya que apenas se veía una ligera coloración, mientras que con más tiempo se formaba una capa más sólida y uniforme

3. ¿Qué mejoras podrías sugerir para aumentar la eficiencia del proceso?

Usar una fuente de corriente más estable que una pila, para mantener un flujo constante de electrones

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16

Exposición de la diosa Chía

EL LATÓN Y

LA DIOSA CHÍA

LA DIOSA

CHÍA

Sara Rey 1101

CONTENIDOS

1. ¿QUÉ ES EL LATÓN?
2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
3. PRODUCCIÓN
4. APLICACIONES
5. SIGNIFICADO DE LAS FLORES PARA LOS MURCAS
6. SIMBOLO DE LA LUNA PARA LOS MURCAS
7. MITO LA OES CHIA





¿QUÉ ES EL LATÓN?

El latón es una aleación metálica formada principalmente por cobre (Cu) y zinc (Zn). Dependiendo de la proporción de cada metal, sus propiedades pueden variar: puede ser más blando o más duro, más amarillo o más rojo.



CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL LATÓN

- Composición: entre 55-90% cobre y 10-45% zinc.
- No es un elemento puro, sino una mezcla.
- Resistencia a la corrosión: el zinc que forma parte del latón protege al cobre.
- Maleable y dúctil: se puede moldear y formar en piezas complejas.
- Conductividad eléctrica y térmica: es un buen conductor de la electricidad y el calor.
- Color: amarillo o rojizo.



¿CÓMO SE EXTRA E FABRICA EL LATÓN?



1. Extracción de minerales

- El cobre se obtiene de minerales como la calcopyrita.
- El zinc se obtiene de la esfalerita.

2. Obtención de los metales puros

- Se funden los minerales en altas temperaturas para separar los metales.

3. Aleación

- Una vez obtenidos, se funden cobre y zinc juntos en hornos especiales.
- Se controlan las proporciones de cada metal según el tipo de latón que se desea.
- Finalmente, se moldea en lingotes, barras, láminas o piezas.

Decoración y arte (vasos, cofres, adornos, instrumentos musicales (trapezoidales, castanuelas).

Construcción: cerraduras, partes de puertas, llaveros, grifos.

Monedas: en muchos países algunas monedas se fabrican con latón.

Industria eléctrica: bornes, conectores y piezas que requieren buena conductividad.

Molinos, horquillas y accesorios para barcos porque resiste la corrosión del agua.



DEL LATÓN

MANUALIDADES (ANILLO)

PRIMER PASO



SEGUNDO PASO



TERCER PASO



CUARTO PASO



QUINTO PASO



RESULTADO FINAL



LA LUNA PARA LOS MISCAS

La luna era una de las divinidades más importantes, representada en la diosa Chía.

- Simbolizaba la femineidad, la fertilidad y los ciclos de la vida.
- Placaba los ritmos agrícolas (siembra y cosecha) y el calendario ritual.

Estaba asociada al agua, la noche y la protección de las mujeres.

Para los muiscas, la luna completaba el equilibrio con el sol (Sas), representando el principio femenino frente al masculino solar.



LAS FLORES PARA LOS MISCAS

Para los muiscas, las flores eran un símbolo de fertilidad, vida y abundancia.

- Se usaban en rituales y ofrendas a los dioses, porque representaban la renovación de la naturaleza y la abundancia.
- También estaban ligadas al sol y la tierra, como expresiones de belleza y armonía del mundo.
- En algunos ceremonias, las flores acompañaban al oro y la dicha en ofrendas, mostrando respeto hacia los dioses y la naturaleza.





Fuente: Elaboración propia

Anexo 18

Diapositivas del cobre y el mito del bujo por estudiantes



La siguiente prueba tiene como propósito valorar los aprendizajes adquiridos durante el desarrollo del proyecto de grado “*La enseñanza de reacciones de óxido-reducción a través de la orfebrería y de conocimientos ancestrales*”. Responde con atención, fundamentando tus respuestas cuando sea necesario. La prueba contiene 14 preguntas sobre temas que se abordaron en el trabajo: reacciones químicas redox, orfebrería, conocimientos ancestrales sobre la orfebrería, sostenibilidad, hidrocarburos, nomenclatura, balanceo de ecuaciones químicas.

Nota: la presente prueba, **no se asignará calificación**, por favor responder de forma honesta sin la ayuda de libros o fuentes tecnológicas.

1) Explique con sus palabras qué ocurre en una **oxidación** y qué ocurre en una **reducción**.

2) ¿Qué técnicas ancestrales utilizaron los Muiscas para purificar los metales y cómo se relacionan con las reacciones redox?

3) Explique cómo el **Yarumo (Cecropia Telenitida)** fue utilizado en procesos de orfebrería y qué fenómenos químicos se evidencian en este procedimiento.

4) Relacione el concepto de **aleación** con un ejemplo histórico de la orfebrería indígena y describa la transformación química implicada.

5) ¿Qué importancia tiene relacionar los conocimientos ancestrales con la enseñanza de la química en la actualidad?

6) Describa un ejemplo en el que la química aprendida en este proyecto pueda aportar a la **sostenibilidad ambiental**.

7) ¿Cómo cambió su percepción de la química antes y después del proyecto?

8) ¿Qué aprendizajes de este proceso considera útiles para su vida cotidiana o futura formación académica?

9) ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una oxidación?

- A) Ganancia de protones
- B) Pérdida de electrones
- C) Ganancia de electrones

D) Cambio de estado físico

10) ¿Qué ocurre en una reacción de reducción?

A) Se produce desprendimiento de gases

B) Se gana electrones

C) Se pierde masa

D) Se disuelve una sustancia

11) En la reacción:



El agente oxidante es:

A) Zn

B) Cu

C) Zn^{2+}

D) Cu^{2+}

12) ¿Cuál de las siguientes técnicas muiscas de purificación de metales involucra reacciones redox?

A) Uso del Yarumo (Cecropia Telenitida)

B) Pulido con arena

C) Tallado en cera

D) Martillado del metal

13) ¿Qué metal era considerado sagrado por los Muiscas y ampliamente utilizado en sus piezas de orfebrería?

A) Plata

B) Oro

C) Hierro

D) Cobre

14) ¿Qué aporte principal tienen las reacciones redox en la vida cotidiana?

A) Explican solo cambios de estado físico

B) Se aplican únicamente en laboratorios

C) Permiten entender procesos como la corrosión y las pilas electroquímicas

D) No tienen relación con la sostenibilidad ambiental

Fuente: Elaboración propia