



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA EN  
BIOTECNOLOGÍA Y FITOQUÍMICA EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN  
STEAM, BAJO LA METODOLOGÍA ABR Y EL USO DE LAS TIC EN LA  
ESCUELA**

**LISETH PAOLA ZULUAGA ANDRADE**

**UNIVERSIDAD ICESI**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MEDIADA POR TIC**

**SANTIAGO DE CALI**

**2024**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA EN BIOTECNOLOGÍA Y FITOQUÍMICA EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN STEAM, BAJO LA METODOLOGÍA ABR Y EL USO DE LAS TIC EN LA ESCUELA**

**LISETH PAOLA ZULUAGA ANDRADE**

**Tesis de Grado para optar al título de Magister Educación mediada por TIC**

**Director de Tesis**

**Gustavo Murillo Yepes, Dr. Ciencias-Física**

**UNIVERSIDAD ICESI**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**MAESTRÍA EN MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MEDIADA POR TIC**

**SANTIAGO DE CALI**

**2024**

## **Resumen**

La presente investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, ubicada en Santa Rosa de Osos, Antioquia, con el objetivo de evaluar el impacto de una estrategia didáctica mediada por TIC en el aprendizaje de la biotecnología y la fitoquímica en estudiantes de octavo grado. Se aplicó una metodología de investigación acción participante, diferenciando entre un grupo experimental (802 y 804) y un grupo control (801 y 803). Los resultados del pre-test indicaron conocimientos limitados y heterogéneos sobre metabolitos primarios y secundarios en ambos grupos. Tras la implementación de la estrategia, los estudiantes del grupo experimental mostraron una mayor comprensión y retención de los conceptos, con un 91% de aumento en conocimientos sobre aplicaciones industriales de metabolitos secundarios, frente al 75% del grupo control. Además, se observó una mejora en la actitud hacia el trabajo colaborativo y un mayor interés por las ciencias en el grupo experimental. La investigación concluye que la mediación de TIC en la enseñanza de ciencias favorece un aprendizaje más significativo, recomendando la adopción de enfoques didácticos tecnológicos para mejorar la educación científica en contextos similares.

**Palabras clave:** fitoquímica, metabolitos secundarios, aprendizaje basado en retos, STEAM, TIC, cosméticos naturales.

### **Abstract**

This research was conducted at the Cardenal Aníbal Muñoz Duque Educational Institution, located in Santa Rosa de Osos, Antioquia, to evaluate the impact of a TIC-mediated didactic strategy on the learning of biotechnology and phytochemistry in eighth-grade students. A participatory action research methodology was applied, differentiating between an experimental group (802 and 804) and a control group (801 and 803). Pre-test results indicated limited and heterogeneous knowledge about primary and secondary metabolites in both groups. After implementing the strategy, students in the experimental group showed greater understanding and retention of concepts, with a 91% increase in knowledge about the industrial applications of secondary metabolites, compared to 75% in the control group. Additionally, an improvement in attitudes toward collaborative work and a higher interest in science were observed in the experimental group. The research concludes that TIC mediation in science education promotes more meaningful learning, recommending the adoption of technological didactic approaches to enhance scientific education in similar contexts.

**Keywords:** phytochemistry, secondary metabolites, challenge-based learning, STEAM, TIC, natural cosmetics.

## Índice de Contenidos

<b>Introducción</b>	3
<b>Justificación</b>	5
<b>Reflexión sobre las Condiciones Personales e Institucionales</b>	8
<b>Planteamiento del Problema</b>	9
<b>Objetivo General</b>	11
<b>Objetivos Específicos</b>	11
<b>Pregunta de Investigación</b>	12
<b>Hipótesis</b>	12
<b>Antecedentes</b>	13
<b>Marco Conceptual</b>	16
<b>Secuencia Didáctica</b>	17
<b>Ambiente de Aprendizaje</b>	18
<b>Metodologías Inductivas</b>	18
<b>Aprendizaje Basado en Retos (ABR)</b>	19
<b>Implicaciones de las Experiencias de Aprendizaje Diseñadas</b>	19
<b>Enfoque STEAM</b>	22
<b>Aprendizaje Colaborativo</b>	23
<b>Pensamiento Crítico</b>	29
<b>Sobre la Educación 4.0</b>	30
<b>Uso de las TIC en la Estrategia de Enseñanza Aprendizaje</b>	30
<b>Inteligencia Artificial, Ventajas del Uso de Chat GPT en la Estrategía</b>	34
<b>Biología</b>	36
<b>Biología y Salud</b>	37
<b>Biología en la Alimentación</b>	37
<b>Biología en la Agricultura</b>	38
<b>Biología en el Medio Ambiente</b>	38
<b>Biología como Apoyo a la Industria</b>	38
<b>Las TIC y la Biología</b>	39
<b>Estudio Etnobotánico y Etnofarmacológico de las Plantas</b>	39
<b>Metabolitos de las Plantas</b>	40
<b>Metabolitos Primarios</b>	41
<b>Metabolitos Secundarios</b>	41
<b>Rutas Metabólicas Involucradas en la Producción de Metabolitos Secundarios</b>	42
<b>Tipos de Metabolitos Secundarios</b>	44

<b>Métodos de Extracción de Metabolitos Secundarios</b>	48
<b>Características de las Técnicas de Extracción Convencionales</b>	48
<b>Prensado mecánico:</b>	48
<b>Maceración:</b>	49
<b>Extracción por reflujo:</b>	49
<b>La Maceración por Percolación:</b>	50
<b>Trituración:</b>	51
<b>Características de las Técnicas de Extracción No Convencionales</b>	53
<b>Extracción asistida con fluidos supercríticos:</b>	54
<b>Extracción asistida por microondas:</b>	54
<b>Extracción asistida por ultrasonido:</b>	54
<b>Extracción asistida por enzimas:</b>	54
<b>Extracción asistida por líquidos iónicos:</b>	54
<b>Extracción asistida por campos eléctricos pulsantes:</b>	54
<b>Etapas del Método Científico</b>	54
<b>Saberes</b>	55
<b>Saberes Conceptuales</b>	55
<b>Saberes Procedimentales</b>	56
<b>Saberes Actitudinales</b>	56
<b>Estándares ISTE</b>	57
<b>Marco Metodológico</b>	57
<b>Propuesta Didáctica</b>	59
<b>Resultados y Análisis</b>	65
<b>Estudio etnobotánico de la región: resultado</b>	75
<b>Consolidación de la propuesta final del proyecto:</b>	92
<b>Experimentación y Producto Final</b>	92
<b>Conclusiones</b>	93
<b>Referencias</b>	94

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Algunos aspectos positivos y negativos de la implementación de la IA en el aula	35
<b>Tabla 2.</b> Resultados Pre Test Diagnóstico, saberes conceptuales	67
<b>Tabla 3.</b> Resultados Pre Test Diagnóstico, saberes procedimentales	71
<b>Tabla 4.</b> Resultados Pre Test Diagnóstico, saberes actitudinales	74
<b>Tabla 5.</b> Plantas medicinales del municipio de Santa Rosa de Osos Antioquia.	76
<b>Tabla 6.</b> Usos terapéuticos de cada especie vegetal del municipio de Santa Rosa de Osos Antioquia.	78

## Introducción

La biotecnología es un campo interdisciplinario que combina la biología con la tecnología para desarrollar productos y tecnologías que mejoren la calidad de vida humana y el medio ambiente. A través de la manipulación de organismos vivos o sus componentes, la biotecnología abarca una amplia gama de aplicaciones, desde la producción de alimentos y medicamentos hasta la biorremediación ambiental y la ingeniería genética (Villacreses et al., 2022). En el contexto de Colombia, un país rico en recursos naturales y biodiversidad, la biotecnología representa una oportunidad sin precedentes para diversificar la economía y pasar de depender en gran medida de recursos no renovables, como el carbón y el petróleo, a aprovechar los recursos naturales renovables de manera sostenible y rentable (MinCiencias, 2021).

Es fundamental que los futuros ciudadanos en ejercicio, especialmente los estudiantes de primaria y secundaria, comprendan la importancia de la biotecnología en el contexto colombiano y global. En primer lugar, la biodiversidad de Colombia es una de las más ricas del mundo, con una variedad única de especies de plantas, animales y microorganismos que albergan un vasto potencial biotecnológico. Este rico patrimonio biológico ofrece innumerables oportunidades para la investigación y el desarrollo de productos y tecnologías innovadoras en sectores como la agricultura, la salud, la energía y el medio ambiente (MinCiencias, 2021).

Además, Colombia enfrenta desafíos significativos en términos de desarrollo económico, sostenibilidad ambiental y equidad social. La transición hacia una economía basada en recursos naturales renovables y la promoción de prácticas sostenibles son imperativos para abordar estos desafíos de manera efectiva. La biotecnología ofrece herramientas y soluciones clave para alcanzar estos objetivos al permitir la producción de bioproductos de alto valor agregado, el desarrollo de cultivos resistentes a enfermedades y condiciones climáticas adversas, la generación de energía limpia a partir de biomasa y la restauración de ecosistemas degradados, entre otros beneficios (MinCiencias, 2021).

En el campo de la producción industrial se ha posibilitado la transición de materias primas y cambio definitivo gracias a los avances de la ciencia y tecnología, los metabolitos secundarios de las plantas contribuyen con el fortalecimiento de los bionegocios, el

emprendimientos y desarrollo del país teniendo en cuenta el desarrollo sostenible; debido a las controversias socio científicas existentes este tema representan un motor de aprendizaje, por esta razón la metodología de enseñanza de la biotecnología ha sido objeto de estudio. Hay que promoverla como finalidad central de enseñanza la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía (Pereyra et al., 2021).

Al educar a los estudiantes sobre los fundamentos y aplicaciones de la biotecnología, se les capacita para convertirse en ciudadanos informados y activos que puedan contribuir de manera significativa al desarrollo sostenible de Colombia. Además, se fomenta el interés en carreras científicas y tecnológicas, lo que contribuye a cerrar la brecha de habilidades en estos campos e impulsar la innovación y el crecimiento económico a largo plazo. En última instancia, al integrar la biotecnología en el currículo escolar y promover su comprensión y aplicación, se sientan las bases para una sociedad más consciente, colaborativa y comprometida con la construcción de un futuro próspero y sostenible para todos los colombianos.

Siendo consecuentes con lo expresado anteriormente, esta tesis presenta la investigación sobre el impacto de una secuencia didáctica diseñada para acercar a los estudiantes de básica secundaria de una manera innovadora, práctica y con sentido a la biotecnología aplicada a la industria. Esto se logró mediante el uso de una estrategia de aprendizaje activo: el Aprendizaje Basado en Retos, potenciada por el uso de las TIC y trabajando en el enfoque de la educación STEAM, especialmente el de la indagación y experimentación científica.

La secuencia diseñada brinda una alternativa innovadora para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias al llevarla a un nivel de aplicación y no solo teórico o conceptual. Los estudiantes parten de la solución de un problema para dar sentido a lo que están aprendiendo, además de incentivar o enriquecer no solo el conocimiento sino también valores, actitudes y acciones responsables que contribuyan al desarrollo social y personal de los educandos, todo mediado por nuevas metodologías inductivas y herramientas que ayudarán a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

## **Justificación**

El papel de las instituciones educativas va más allá de impartir conocimientos; son el epicentro de la innovación y el cambio educativo, así como un espacio vital para la convivencia e integración social. Es aquí donde los estudiantes tienen la oportunidad de adquirir las habilidades necesarias para su desenvolvimiento en el medio sociocultural y para su desarrollo integral como personas Unesco, (2016). En este contexto, es fundamental llevar a cabo investigaciones en el aula con el propósito de mejorar las dinámicas de enseñanza-aprendizaje, el rendimiento académico y las habilidades y competencias que los estudiantes necesitan para afrontar un mundo globalizado.

La investigación en el aula se enfoca en mejorar la dinámica de enseñanza-aprendizaje en las ciencias y fomentar la innovación educativa. En muchas instituciones educativas, prevalecen prácticas pedagógicas tradicionales donde el docente es el protagonista del proceso de aprendizaje. La experiencia que proponemos permite recopilar y analizar experiencias educativas para establecer bases sólidas que mejoren el sistema educativo y la profesión docente a través del análisis de componentes, metodologías y factores que favorezcan el cambio y la mejora de los procesos educativos.

Además, esta investigación formativa es una excelente oportunidad para desarrollar aprendizajes significativos desde un contexto, área del conocimiento y cultura específicos (Unesco, 2016). Considerando que la biotecnología es una disciplina científica que ofrece oportunidades para el desarrollo bioeconómico del país y que desempeña un papel fundamental en el desarrollo, innovación e investigación de las sociedades, es crucial despertar la curiosidad y la vocación en este campo desde edades tempranas.

El modelo de innovación institucional actual, especialmente en el sector oficial, ha demostrado ser insuficiente para promover transformaciones en las concepciones, actitudes y prácticas tanto de docentes como de estudiantes. La investigación experiencial en el aula puede contribuir a cerrar esta brecha.

Según (Barbosa et al., 2015) existen algunas razones para llevar a cabo investigación en el aula:

### Razones Contextuales:

- Favorece el conocimiento práctico a partir del estudio de contextos y problemas reales.
- Analiza acciones y efectos para evitar la repetición de errores y mejorar resultados.
- Genera nuevas estrategias de acción a partir de la experiencia para mejorar los contextos.
- Construye pensamiento, identidad y sentido a través de lo innovador de las formas y métodos.

#### Razones Teórico-Prácticas:

- Potencia cambios, mejorando y dando sentido a lo aprendido.
- Promueve la reflexión crítica en busca de cambios cualitativos de la realidad, construyendo conocimiento a partir de los saberes previos.

#### Razones Investigativas:

- Genera nuevos conocimientos y teorías, contribuyendo a la transformación y construcción de un campo teórico-práctico.

#### Razones Formativas:

- Incide positivamente en la autoestima, permitiendo conocer y darse a conocer.
- Fortalece habilidades crítico-reflexivas, dotando a los involucrados de sentido en sus acciones.
- Democratiza el conocimiento al analizar diferentes perspectivas de los involucrados.

#### Razones Interactivas:

- Motiva, fomenta el trabajo colaborativo y la cohesión grupal.
- Facilita el intercambio de experiencias.
- Permite confrontar los resultados de la experiencia con otras teorías existentes.
- Genera unidad y permite construir propuestas alternativas.

La investigación formativa en el aula permite hacer un balance de lo transcurrido desde la formulación hasta los resultados de la experiencia, a través de la recuperación y reflexión de los acontecimientos que van surgiendo en el proceso. Además, permite valorar y dar importancia, desde una perspectiva crítica, a las experiencias vividas en un determinado

contexto. Esto, a su vez, facilita la recopilación de experiencias de interés que servirán como insumo para otros proyectos educativos.

A continuación, se presentan diferentes criterios para tener en cuenta en el proceso de investigación y su rol dentro del mismo: accesibilidad, flexibilidad, interacción, retroalimentación y recursos multimedia.

- **Accesibilidad:** La formación permitirá que estudiantes de diversos estilos de aprendizaje y contextos socioeconómicos accedan a una educación de calidad en el área de ciencias, superando las barreras geográficas y económicas.
- **Flexibilidad:** Los estudiantes podrán aprender a su propio ritmo, ya que contarán con guías interactivas y en formato físico, material de apoyo, orientaciones presenciales y remotas, lo que facilitará la asimilación de conocimientos.
- **Interacción y Retroalimentación:** Mediante el uso de tecnologías interactivas y feedback continuo, se fomentará la interacción entre estudiantes y docentes, promoviendo un aprendizaje significativo.
- **Recursos Multimedia:** La práctica contará con una variedad de recursos multimedia, como videos, audios, juegos interactivos, páginas web, laboratorios virtuales y actividades prácticas experimentales, enriqueciendo así la experiencia de aprendizaje y estimulando la participación activa de los estudiantes.

La reflexión sobre las condiciones personales e institucionales es fundamental en este proceso. La investigación formativa ayuda a consolidar prácticas de enseñanza-aprendizaje en el aula para demostrar que han sido significativas e innovadoras. Además, promueve el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes, preparándolos para el mundo laboral actual y futuro. También contribuye al enriquecimiento del currículo escolar y a la promoción de políticas públicas que fomenten la investigación en el ámbito educativo.

En resumen, la investigación en el aula alinea las prácticas educativas con las políticas nacionales, mejora las competencias científicas, tecnológicas e innovadoras de los estudiantes y contribuye al desarrollo económico y social del país al estimular espacios de emprendimiento. Además, fomenta la curiosidad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales para el siglo XXI. Mediante esta investigación, no solo se busca generar conocimiento, sino también formar ciudadanos comprometidos y capaces de aportar soluciones a los desafíos locales y globales.

### **Reflexión sobre las Condiciones Personales e Institucionales**

La investigación formativa ayuda a consolidar prácticas de enseñanza aprendizaje en el aula con el fin de demostrar que ha sido significativa e innovadora, que se promovió el desarrollo de ciertas competencias y habilidades en los estudiantes, que lograron aprender significativamente y aplicar el aprendizaje obtenido en la vida real, también para evidenciar que los estudiantes adquirieron las herramientas necesarias que los prepara para el ámbito laboral del presente y futuro, además de generar herramientas didácticas innovadoras y definir metodologías científicas sencillas en un determinado contexto que servirá de insumo para ser usados por otros.

Para los docentes genera practicas disruptivas, propositivas, donde el estudiante toma un rol más activo y coordina su proceso de enseñanza, hace que los entornos escolares se vuelvan más dinámicos y creativos y despierten la motivación y curiosidad de los aprendices. Aumenta las habilidades y competencias STEAM (Ciencia, tecnología, ingeniería, artes, matemáticas) de los estudiantes, despierta y promueve el análisis y sentido crítico, así como la indagación. Se logran generar propuestas para mejorar problemas del entorno, se promueve el emprendimiento.

Por otro lado, beneficia el ámbito académico pedagógico institucional, enriquecimiento del currículo, para las políticas públicas pues se genera mayor insumo innovador dentro del aula lo que permite consolidar buenas prácticas escolares y promover la investigación. Aumentar el gusto e interés en el estudio de carreras afines a la ciencia y tecnología

Hoy día es importante en la educación demostrar la aplicabilidad del conocimiento que se llevan a cabo en el aula, esto despierta el interés, le da valor agregado a las actividades

que hacen los estudiantes logrando el aprendizaje a partir de la motivación promoviendo la metacognición. Es posible realizar reflexiones e interpretación crítica de cada una de las etapas de la experiencia, explorando a su vez además el contexto donde fue llevado a cabo, realizar el análisis de la experiencia en conjunto sobre los beneficios que aporta a la comunidad y al país, como se aplica el conocimiento y aprendizajes de la experiencia vivida su relación con el desarrollo y mantenimiento de la sociedad (Pérez, 2016).

La experiencia de investigación está alineada a las políticas nacionales del país al mejorar las competencias en ciencia, tecnología e innovación, I+D+I de los estudiantes de básica media y secundaria, también contribuye al reconocimiento de la flora autóctona a través de la biotecnología se analizan moléculas con potencial bioeconómico, contribuyendo al plan de desarrollo nacional. Por otro lado, contribuye a la generación y diversificación de la economía de la región y la transición a la elaboración de emprendimientos que fortalecen la economía e independencia de las personas, fortalece ciertos aspectos de la seguridad alimentaria, y la industria.

La propuesta se basa en el método inductivo ir de lo fácil a lo difícil, parte de lo concreto hacia lo abstracto, conduce hacia el aprendizaje comprensivo, reflexivo, no memorístico, se construye en conocimiento a base del descubrimiento y la acción por parte del estudiantado (FAO, 2014).

## **Planteamiento del Problema**

En la institución educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, ubicada en el municipio de Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia, se observa una marcada necesidad de fortalecer los conocimientos, competencias y actitudes relacionadas con las ciencias y la tecnología entre los estudiantes de educación básica secundaria. Dicha necesidad adquiere especial relevancia dada la etapa educativa en la que se encuentran, donde es fundamental que consoliden una base en estas áreas para su desarrollo integral y su preparación ante los desafíos del siglo XXI. Este panorama se refleja en la falta de una verdadera vocación científica entre los estudiantes y en su escaso o nulo conocimiento sobre temáticas relevantes en estas áreas, posiblemente debido a limitaciones en el enfoque pedagógico y a restricciones

institucionales que podrían no favorecer una exploración profunda de los temas científicos y tecnológicos.

**Figura 1.**

*Ubicación geográfica del municipio de Santa Rosa de Osos, Antioquia-Colombia*



**Figura 2.**

*Institución educativa Cardenal Anibal Muñoz-Duque, Santa Rosa de Osos-Antioquia.*



Por otro lado, se evidencia que el estudio e investigación de los recursos naturales en la región es insuficiente, lo que se traduce en una oportunidad perdida para aprovechar el potencial biotecnológico y ambientalmente sostenible del municipio de Santa Rosa de Osos. A pesar de su fuerte industria agropecuaria, con cultivos predominantes como la papa y el tomate de árbol, así como su actividad lechera y comercial, persiste la necesidad de sustituir materias primas contaminantes por alternativas más respetuosas con el medio ambiente y de diversificar la economía hacia opciones más sostenibles.

Con el propósito de abordar estas problemáticas y mejorar las prácticas de enseñanza-aprendizaje en el aula, así como de desarrollar competencias y habilidades pertinentes al siglo XXI entre los estudiantes, esta investigación se propone implementar una secuencia didáctica basada en el enfoque del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). El objetivo es determinar la eficacia y la relevancia de estas herramientas en la apropiación y mediación de conocimientos por parte de los estudiantes. Además, se busca que esta secuencia didáctica no solo sea un recurso útil para el contexto específico de la institución educativa mencionada, sino que también pueda servir como insumo didáctico para mejorar las prácticas educativas en otros contextos escolares y fomentar una mayor apropiación de conocimientos en el área científica a nivel regional y nacional.

### **Objetivo General**

Evaluar la eficacia del uso de una secuencia didáctica basada en el enfoque del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el empleo de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la mejora de los conocimientos, competencias y actitudes de los estudiantes de educación básica secundaria en la institución educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, ubicada en el municipio de Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia.

### **Objetivos Específicos**

Realizar un diagnóstico de la comunidad estudiantil para identificar aspectos relevantes que permitan evaluar la implementación de estrategias de enseñanza-aprendizaje relacionadas con la biotecnología y la fitoquímica.

Desarrollar una secuencia didáctica y metodológica innovadora para facilitar la aplicación de conocimientos sobre biotecnología y fitoquímica, adaptada a las necesidades y características de los estudiantes de educación básica secundaria.

Ejecutar la implementación de la secuencia didáctica diseñada en el grupo de estudiantes de básica secundaria en la Institución Educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, asegurando un seguimiento adecuado del proceso de aprendizaje.

Evaluar de manera integral el grado de adquisición por los estudiantes de algunos de los saberes cognitivos, procedimentales, emocionales y sociales trabajados en la secuencia didáctica, con el fin de determinar la efectividad de la misma en el proceso educativo.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo influye la implementación de una secuencia didáctica basada en el enfoque del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la mejora de los conocimientos, competencias y actitudes de los estudiantes de educación básica secundaria en el área de biotecnología y fitoquímica, en la institución educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque ubicada en el municipio de Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia?

### **Hipótesis**

La implementación de una secuencia didáctica fundamentada en el enfoque del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) generará un incremento significativo en los conocimientos, competencias y actitudes de los estudiantes de educación básica secundaria en el área de biotecnología y fitoquímica en la institución educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, ubicada en el municipio de Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia.

### **Antecedentes**

Es importante destacar que existen numerosas referencias relevantes en el campo de estudio abordado en esta tesis. Sin embargo, debido a limitaciones de espacio, solo se mencionan aquí aquellas que se consideraron más pertinentes y contribuyentes al desarrollo

del trabajo presente, además de ser propuestas relativamente recientes y no más antiguas de 10 años.

Se ha presentado una propuesta de innovación educativa sobre los aceites esenciales de las plantas de tomillo y la sostenibilidad medioambiental en la Universidad de Valencia, España. Esta iniciativa tiene como objetivo acercar a los estudiantes al conocimiento de las plantas aromáticas y medicinales, así como enseñarles a extraer aceites esenciales utilizando la metodología de destilación por arrastre de vapor. Además, se lleva a cabo un análisis del extracto mediante cromatografía en capa fina para evaluar su actividad biológica, específicamente su efecto antifúngico e inhibidor de la germinación en semillas de malas hierbas. El diseño básico de la propuesta incorpora la metodología científica, como la formulación de hipótesis y el control de variables, y se basa en metodologías activas para la realización de propuestas experimentales.

Los resultados obtenidos muestran que, de los dos aceites esenciales ensayados, *T. piperella* y *T. vulgaris*, solo el *T. piperella* tiene un efecto antifúngico sobre *B. fuckeliana*, con una inhibición del cien por ciento. Este efecto se atribuye al carvacrol, el compuesto mayoritario presente en este aceite, que se identifica como responsable de su poder antifúngico.

Esta metodología propuesta proporciona amplias oportunidades para la inclusión de actividades de este tipo en un contexto de innovación educativa. Dado el valor de la alfabetización científica en la sociedad actual y la importancia de promover el respeto al medio ambiente y el establecimiento de una economía sostenible, se sugiere realizar estudios comparativos con productos comerciales que contengan los aromas considerados, como geles, jabones, velas y ambientadores (Llorens et al., 2018).

En otra experiencia educativa, centrada en la biotecnología aplicada al sector agropecuario, se impartieron talleres participativos a estudiantes de tercer año de una escuela agro-técnica y trabajos prácticos de laboratorio a estudiantes universitarios de la Universidad de La Pampa, Argentina. Se empleó la metodología de aprendizaje por argumentación y tecnologías de la información y la comunicación (TIC), que incluyeron talleres sobre biotecnología y el uso de las TIC para la búsqueda y evaluación de información. Se aplicó

una encuesta semiestructurada para evaluar concepciones y conocimientos previos sobre biotecnología.

La experiencia incluyó el uso de netbooks del programa Conectar Igualdad para desarrollar habilidades en la búsqueda y citación de fuentes bibliográficas, así como en la presentación de resultados. En el laboratorio, se llevaron a cabo actividades experimentales, como la extracción y separación de ADN de saliva y semillas de soja transgénicas y no transgénicas. Se abordaron temas como la elaboración de queso, alimentos transgénicos y conceptos avanzados de biotecnología, como el método del ADN recombinante y la clonación.

Los resultados fueron positivos, mostrando motivación y curiosidad por parte de los estudiantes, así como un mayor manejo de conceptos científicos y habilidades prácticas en el laboratorio. Esta experiencia proporcionó una base sólida para la comprensión de la biotecnología y sus aplicaciones en el campo agropecuario, así como para la toma de decisiones informadas sobre estas tecnologías. (Pereyra et al., 2021).

Dicho trabajo nos da una orientación de como articular nuestro trabajo sobre lo teórico, experimental y práctico, tener en cuenta la secuencia didáctica establecida y las actividades sugeridas en cada etapa, así como las preguntas diagnosticas tenidas en cuenta para evaluar el proceso.

Otro proyecto educativo se centró en el análisis fitoquímico de la planta *Alocasia macrorrhiza* para la formación continua de profesores en química en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Se introdujeron nuevas estrategias de enseñanza en química para promover un aprendizaje más efectivo de conceptos, teorías y procedimientos. Se siguieron enfoques de investigación-acción e investigación en campo, con una secuencia didáctica que incluyó presentación, comprensión, práctica y transferencia.

Los estudiantes participaron en actividades de investigación cualitativa y análisis de casos, utilizando material didáctico audiovisual y recursos digitales para fortalecer la comprensión de los conceptos. Se emplearon escalas de valoración tipo Likert para evaluar la relevancia y efectividad de la enseñanza de la fitoquímica en la formación de profesores de química.

Los resultados confirmaron la importancia de los trabajos prácticos de laboratorio y la integración de la fitoquímica en la formación docente para fortalecer la comprensión de los conceptos químicos y promover un aprendizaje significativo. Esta experiencia proporcionó una base sólida para el diseño de estrategias didácticas efectivas en la enseñanza de la química y la biotecnología. El estudio corrobora que para abordar la fitoquímica de una forma relevante y didáctica se hacen necesarios la incorporación de trabajos prácticos de laboratorio, articular dichos temas con las realidades de los estudiantes brinda lenguaje científico sólidos, fomenta nuevas estrategias de enseñanzas aprendizaje (Acosta, 2014).

Además, se desarrolló una experiencia educativa para estudiantes del Profesorado en Educación Tecnológica del Instituto Nacional de Formación Docente de Argentina en colaboración con la Universidad de México. Se implementó una estrategia de aprendizaje basado en problemas utilizando la modalidad de blended-learning, que combina aprendizaje presencial y virtual a través de una plataforma en red nacional.

Los estudiantes asumieron un papel activo en la resolución de problemas, utilizando material digital y plataformas en línea para investigar y analizar información relevante. Se evaluó el producto final y los procedimientos empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando la calidad de las actividades y la significatividad de la estrategia desde el punto de vista didáctico y profesional.

La estrategia fue apropiada, las actividades tenían calidad, la estrategia de enseñanza aprendizaje fue significativa desde el punto de vista didáctico, disciplinar y profesional. Se generaron nuevos espacios de discusión, buen estímulo para la participación en la modalidad de aprendizaje virtual y presencial, se acortaron brechas de enseñanza a nivel básico y profesional (Puebla et al., 2010).

Dentro de los aspectos para tener en cuenta sobre la anterior experiencia se destacan. El uso del material gráfico e imágenes para evaluar a los estudiantes, así como la formulación de preguntas y el uso de material y plataformas digitales.

Finalmente, se presentó un proyecto educativo sobre el aprendizaje de las ciencias naturales y la anatomía del cuerpo humano utilizando la realidad aumentada como estrategia

didáctica en la Institución Educativa Lacides C. Bersal de Lorica-Córdoba. Esta estrategia permitió acercar a los estudiantes al conocimiento de nuevas tecnologías y aumentar su interés y motivación en el aprendizaje. Se emplearon diversas herramientas de evaluación para medir el impacto de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes y su percepción sobre el uso de las TIC en el aula.

La estrategia es otro ejemplo de la relevancia que toman las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, pues bien la secuencia permitió acercar a los estudiantes al conocimiento de nuevas tecnologías como la realidad aumentada aplicada a un contexto educativo aumentando el interés y la motivación por parte de los estudiantes además manifiestan y hablan sobre la necesidad que hay de desarrollar nuevos ambientes de aprendizaje lo cual permitirá además aumentar el aprendizaje relacionado con la investigación (Mendoza, 2021).

Estas experiencias educativas destacan la importancia de la innovación pedagógica y el uso efectivo de las tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La integración de metodologías activas, como el aprendizaje por problemas y el uso de TIC, permite promover un aprendizaje significativo y motivador, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

## **Marco Conceptual**

En la presente investigación se buscará acercar a los estudiantes de una manera innovadora, practica, disruptiva y con sentido a la biotecnología aplicada a la industria teniendo en cuenta las metodologías inductivas del siglo XXI y las TIC para mediar los procesos de enseñanza aprendizaje.

En el campo de la producción industrial se ha posibilitado la transición de materias primas y cambio definitivo gracias a los avances de la ciencia y tecnología, los metabolitos secundarios de las plantas contribuyen con el fortalecimiento de los bionegocios, el emprendimientos y desarrollo del país teniendo en cuenta el desarrollo sostenible; debido a las controversias socio científicas existentes este tema representan un motor de aprendizaje, por esta razón la metodología de enseñanza de la biotecnología y fitoquímica ha sido objeto

de estudio. Hay que promoverla como finalidad central de enseñanza la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía (Pereyra et al., 2021). Por tal motivo se crea una secuencia didáctica como se describirá a continuación.

## **Secuencia Didáctica**

Basados en Montilla & Arrieta, (2015), la secuencia didáctica son cada una de las etapas o procesos de enseñanzas que potencializan y facilitan el aprendizaje significativo conceptual o procedimental que puede despertar el interés por la investigación aplicada en los procesos de enseñanza aprendizaje. Debe sobre todas las cosas orientar el aprendizaje significativo que se consolida a través de los diversos pasos o etapas, materiales y estrategias o herramientas didácticas que estimulan el análisis reflexivo de los estudiantes, el trabajo colaborativo, tiene un inicio, un desarrollo y cierre.

La secuencia didáctica se centra en la planificación estratégica, el paso a paso a seguir a partir de propósitos bien definidos para el logro de objetivos y aprendizajes deseados, teniendo en cuenta el conocimiento del contexto y condiciones sociales de aprendizaje, pedagógicas, creación de verdaderos escenarios y situaciones de aprendizaje donde se vinculan conocimientos y se desarrollan habilidades, capacidades y valores fundamentales. En otras palabras, es el conjunto de actividades que permiten la interacción de diferentes momentos con finalidades diversas y de distintas formas con el objeto de conocimiento y promueve la articulación con saberes y prácticas en otros campos de conocimiento/formación o currículo, además promueve experiencias educativas integrales e interdisciplinarios (MineduCordoba, 2016). Para poner en marcha una secuencia didáctica son necesarios los actores de los procesos de enseñanza aprendizaje, así como el ambiente de aprendizaje y herramientas mediadoras del proceso.

## **Ambiente de Aprendizaje**

El ambiente de aprendizaje hace referencia a los *objetos, tiempos, acciones* y *vivencias* de los actores del proceso de enseñanza aprendizaje, pueden ser entornos físicos o

digitales como *escuelas, ciudades, redes informáticas* donde se promueve y construye significativamente la cultura.

El ambiente de aprendizaje serían las múltiples relaciones con el entorno y la infraestructura necesaria para la concreción de los propósitos culturales que se hacen explícitos en toda propuesta educativa, además no solo hace referencia al entorno físico, si no las interacciones que se producen en dicho medio es así, que incluye la organización espacial, los elementos de su estructura, las relaciones persona-objeto, las relaciones o vínculos interpersonales establecidos los criterios y actividades que se realizan conforman los ambientes de aprendizaje (Duarte, 2003). A continuación, se detallarán las metodologías elegidas para llevar a cabo la temática en mención, estas son tenidas en cuenta debido a las dinámicas y estrategias innovadoras que se logran abordar desde su aplicación.

### **Metodologías Inductivas**

Se entiende por metodologías activas o inductivas los procesos pedagógicos donde el estudiante es el protagonista y centro de los procesos de enseñanza aprendizaje pues cumple un rol activo dicho proceso y el docente es un facilitador y orientador de los procesos de enseñanza (Ballesteros & Moral, 2014).

Las metodologías inductivas nos brindan una ruta para diseñar estrategias de enseñanza que involucran las TIC y convierten al estudiante en protagonista de su proceso de aprendizaje, en contraste con las metodologías tradicionales donde el estudiante tiene un rol pasivo y acumulador de conocimientos, en el socio constructivismo el estudiante elabora su propio aprendizaje teniendo en cuenta circunstancias de su contexto, las metodologías inductivas brindan herramientas detonadoras de nuevas prácticas educativas que visibilizan otras formas de entender el mundo (Moreno & Corral, 2019).

A partir de las metodologías inductivas se acerca al estudiante a su ambiente próximo, permitiendo reconocer las características de este, las deficiencias o problemas que presentan y promueve la transformación del entorno a través de diferentes medios y/o herramientas, requiere del proceso de indagación y el empleo de conocimientos en diferentes áreas del saber, parte de identificar un problema real y solucionarlo.

Para salir de lo tradicional hacia una formación permanente, activa y experimentada resulta imprescindible el manejo de las nuevas tecnologías de información y comunicación (TIC). A continuación, se presentará la descripción y selección de metodologías inductivas como el aprendizaje basado en retos para poner en práctica en el presente trabajo investigativo.

### **Aprendizaje Basado en Retos (ABR)**

Se busca aumentar la motivación en la enseñanza de las ciencias, liberándonos de las prácticas tradicionales que bajan el interés en los educandos, mejorar la competencia científica en los ciudadanos como base para conseguir mayor desarrollo socioeconómico. La ciencia requiere de mentes curiosas, dinámicas, creativas que estén dispuestas a superarse y a resolver problemas y en los jóvenes encontramos todas esas características.

Se incorpora ABR en la práctica partiendo de la premisa de aprendizaje vivencial, se aprovecha la capacidad de investigar problemáticas sobre eventos que ocurren a su alrededor, donde el reto planteado va a ser guiado. Los estudiantes aplican lo que aprenden en situaciones reales donde se enfrentan a problemas, descubren por ellos mismos, prueban soluciones e interactúan con otros de diferentes o el mismo contexto (Gallagher & Savage, 2020).

### **Implicaciones de las Experiencias de Aprendizaje Diseñadas**

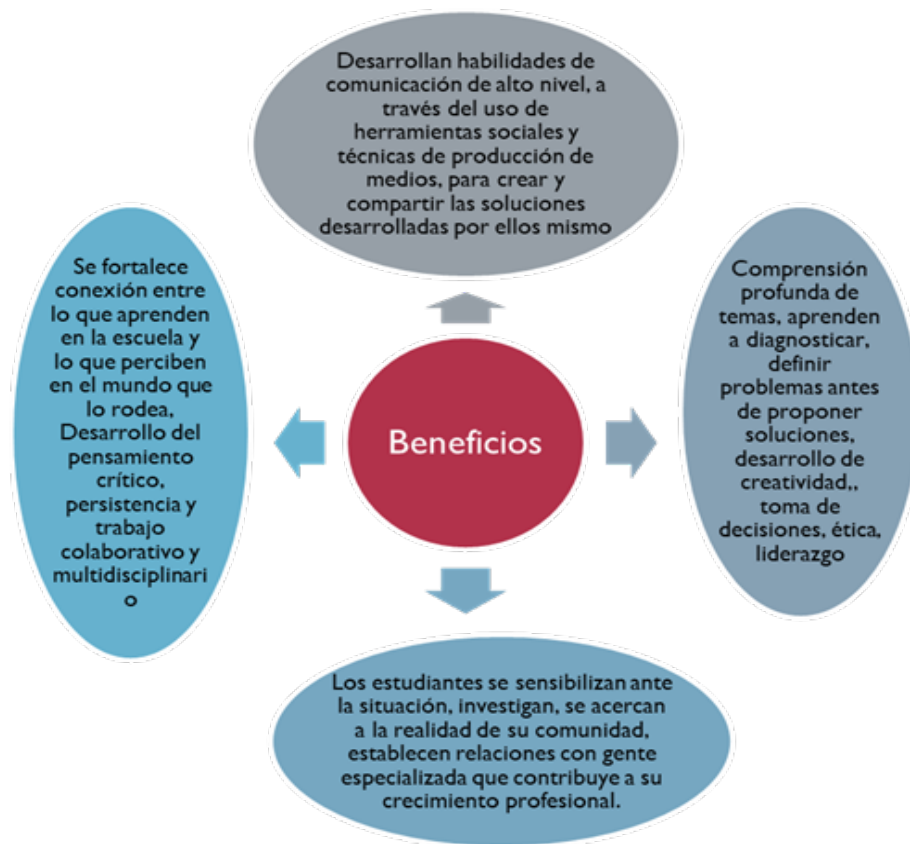
Las experiencias de aprendizaje mediadas por ABR implican la reflexión, el análisis crítico y la síntesis; La toma de iniciativa, decisión y responsabilidad por los resultados, el rol del estudiante es participar activamente en el planteamiento de las preguntas, la solución del problema, poner en marcha su creatividad a lo largo de la experiencia, se le involucra intelectual-creativa-emocional-social y físicamente, se toman riesgos, se experimenta éxito o fracaso.

El profesor plantea el problema, establece límites, facilita el proceso de enseñanza aprendizaje, involucra el **Ser** y **Actuar** del estudiante respecto al tema de estudio.

En lugar de presentar a los estudiantes un problema a resolver el ABR ofrece problemáticas abiertas y generales sobre las cuales los estudiantes determinaran el reto que abordaran, el docente tiene el rol de coach, coinvestigador-diseñador (EduTrends, 2015).

**Figura 3.**

*Beneficios del Aprendizaje Basado en Retos.*



**Nota:** beneficios de aplicar el aprendizaje basado en retos (EduTrends, 2015).

### Características

**Aprendizaje:** los estudiantes trabajan con maestros y expertos en sus comunidades, en problemáticas reales, para desarrollar un conocimiento más profundo de los temas que se están estudiando. Es el propio reto lo que detona la obtención de nuevo conocimiento y los recursos o herramientas necesarios.

**Enfoque:** enfrenta a los estudiantes a una situación problemática relevante y abierta, para la cual se demanda una situación real.

**Producto:** se requiere que los estudiantes creen una solución que resulte de una acción concreta.

**Proceso:** los estudiantes analizan, diseñan, desarrollan y ejecutan la mejor solución para abordar el reto en una manera que ellos y otras personas pueden verlo y medirlo.

**Rol del profesor:** coach, coinvestigador y diseñador (EduTrends, 2015).

El acceso a la tecnología es una parte integral del aprendizaje basado en retos, apoyándose en las teorías conectivistas pues no sólo proporciona a los estudiantes un medio para explorar distintas fuentes de información al tiempo que generan nuevas ideas, sino que también les ofrece las herramientas para comunicar su trabajo.

### **Momentos del enfoque didáctico**

- Idea general
- Pregunta esencial
- Reto
- Preguntas guías, actividades guía, recursos guía.
- Solución – implementación
- Evaluación
- Publicación: implementación de los estudiantes – Publicación: documentación / reflexión de los estudiantes. Marco metodológico del aprendizaje basado en retos de Apple (2011).

Por otra parte, para complementar la metodología del aprendizaje basado en retos se tendrá en cuenta el enfoque STEAM, esto en aras de propiciar escenarios interdisciplinarios y de fortalecimiento de habilidades y competencias del siglo XXI en los educandos.

## **Enfoque STEAM**

La educación con enfoque STEAM inició como propuesta educativa liderada por políticos y empresarios para fomentar las vocaciones en ciencia y tecnología, ingeniería o matemáticas para promover la productividad y competitividad de las economías, este llegó a consolidarse de tal forma que hoy día se continúa aplicando en los sistemas educativos y toma relevancia cada día más. Esta tendencia educativa involucra disciplinas de aplicación interdisciplinar, estas son las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas; por medio de las cuales se logran adquirir habilidades propias de la comunidad científica, se prepara a los estudiantes para enfrentarse a un mundo globalizado, fomenta el desarrollo social y económico donde los conceptos densos de la academia se integran al mundo real (Pineda, 2023).

El enfoque STEAM no se le puede reconocer como metodología pues este implicaría que se le reconociera como procedimiento neto, para implementar dicho enfoque se requiere el uso de metodologías activas de aprendizaje (Greca, 2018).

Dicho enfoque fortalece habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, creatividad, coordinación con otros, trabajo en equipo, inteligencia emocional y flexibilidad cognitiva son además habilidades del 2020, por tanto, los docentes tienen el rol de desarrollar en sus estudiantes la capacidad de percibir, comprender y regular sus emociones propias y las de los demás (Pineda, 2023)

En el presente trabajo se busca fortalecer y desarrollar las competencias del enfoque Steam como el conocimiento y usos de la ciencia, creatividad e innovación, diseño y fabricación de productos, pensamiento crítico, resolución de problemas, autonomía y emprendimiento, colaboración y comunicación.

En el enfoque Steam el rol del docente deja de ser el tradicional pues en este enfoque todos aprenden, sirve para que los estudiantes descubran sus vocaciones científicas, desarrollen competencias que les exigirá el mundo laboral, implica que los docentes sean flexibles y críticos en cuanto a los marcos conceptuales y de referencia, desarrollen y orienten competencias básicas, conozcan e implementen metodologías activas, promuevan espacios de aplicación y sean autodidactas (Pineda, 2023).

## **Habilidades y Competencias a Desarrollar por Cada Área STEAM**

**Ciencia (S):** conocimiento, observación, investigar, identificar -uso de plantas en la industria, metabolitos secundarios.

**Tecnología (T):** recursividad, uso de herramientas, técnica- herramientas técnicas y digitales empleadas, ovas-herramientas digitales.

**Ingeniería (E):** planeación, construcción, diseño, procesos, lógica, materializar ideas- proponer una estrategia para la resolución de problemas que involucre una metodología, técnicas de elaboración de un producto además que destaque sus beneficios a través de la generación de ideas en equipo.

**Artes (A):** atención, diseño del producto, imaginación, respeto.

**Matemáticas (M):** medición, cálculos, unidades de medida y conversión de unidades.

### **Aprendizaje Colaborativo**

Además de lo mencionado anteriormente, también se hará uso del trabajo en equipo o trabajo colaborativo, puesto que dicha metodología de aprendizaje se desarrolla mediante la comunicación y el intercambio de información con los compañeros, con el profesor, con expertos y con el entorno con el fin de construir conocimiento. Vincula los enfoques cognitivistas y constructivistas, tiene un componente sociocognitivo el cual moviliza la interacción social. Los estudiantes llevan a cabo una negociación activa que puede modificar sus propios esquemas cognitivos considerando perspectivas de otros compañeros, se da un aprendizaje situado (Universidad EIA, 2020).

#### **Características:**

- Proporciona mayores logros y aprendizajes.
- Mayor autoestima.
- Mayor motivación.
- Favorece el intercambio de experiencias desde diversos estados socioeconómicos y culturales de los estudiantes.
- Empodera al estudiante y se disfruta más.

- Promueve la capacidad para establecer vínculos positivos, afectivos y respetuosos para lograr las metas de aprendizaje.
- Interdependencia, interacción y valoración (Universidad EIA, 2020).

Ventajas: integra los procesos cognitivos, procesos motivacionales, procesos afectivos relacionales favoreciendo la negociación y manejo de controversias entre estudiantes, colaboración entre pares, motivación para el logro de metas, valoración personal, disfrute del aprendizaje, autoestima, sentido de pertenencia en el grupo, regulación del aprendizaje a través del lenguaje (Universidad EIA, 2020).

Requiere la construcción conjunta de significados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde cada estudiante asume la responsabilidad de su propio aprendizaje y por el de sus compañeros de grupo valorando la actividad independiente para cumplir con los objetivos de grupo. Se debe permitir a cada alumno trabajar con independencia y a su propio ritmo y promover la colaboración y el trabajo grupal, los alumnos diseñan su estructura de interacciones y mantienen el control sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje (Universidad EIA, 2020).

### **¿Cómo aplicarlo?**

- Establecer objetivos y metas grupales
- Organiza grupos de estudio mediano
- Dejar las normas claras
- Promueve la comunicación abierta
- Generar debates y contrastar ideas
- Crear herramientas de autoevaluación
- Utilizar las TIC

### **Formas de Evaluación del Trabajo Colaborativo**

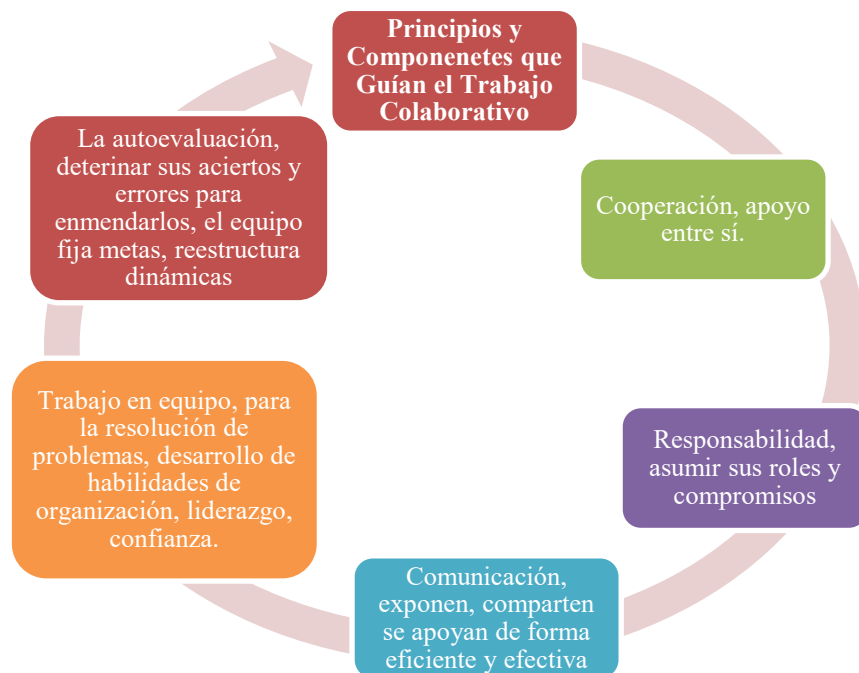
- Monitorear y hacer seguimiento a los desempeños de los estudiantes.
- Evaluar resultados de aprendizaje de los estudiantes aplicando los instrumentos de autoevaluación, evaluación entre pares y protocolo de observación.
- Evaluar el funcionamiento del grupo y realimentar el proceso.

- Cada uno se autoevalúa y evalúa a sus pares en relación con su contribución con el logro de las metas del grupo.
- Evaluación formativa: se evalúa todo el proceso.
- Autoevaluación, coevaluación, heteroevaluación (Universidad EIA, 2020)

Las estrategias que involucran el trabajo colaborativo y la indagación preparan al estudiante para el aprendizaje futuro al capacitarlo en aptitudes, el aprendizaje colaborativo induce la influencia reciproca entre los integrantes del equipo, al comprometerse entre sí con el aprendizaje de los demás, lo que se denomina interdependencia positiva, aprendiéndose más de lo que se podría lograr por sí solo gracias a dicha interacción, llevando al aprendizaje significativo (Universidad EIA, 2020).

**Figura 4.**

*Principios y Componentes que Guían el Trabajo Colaborativo*



**Nota:** principios y componentes que guían el trabajo colaborativo en el aula, tomado de Johnson (1999).

**Beneficios del Aprendizaje Colaborativo**

- Desarrollo del individuo en colectivo

- Actitud de saber escuchar las ideas de los demás
- Capacidad de ser críticos a las diferentes ideas
- Destrezas para reformular las opiniones de sus pares
- Habilidad para reconstruir su pensamiento en procesos de análisis
- Aptitud para reflexionar sobre sus propias acciones

El aprendizaje colaborativo permite la adquisición de habilidades, destrezas, actitudes, aptitudes para resolver problemas, disminuye el aislamiento, favorece la autoeficacia y fomenta actitudes de respeto hacia los otros, los lleva a asumir la responsabilidad compartida.

Para determinar la posición que ocupa el alumno dentro del aula de clases, cuáles son las relaciones entre ellos, los roles que de forma espontánea se han ido generando, el grado de afinidad emocional con los iguales, y el grado de afinidad para el trabajo colaborativo se propone usar la estrategia de sociograma.

#### **Propuesta de Sociograma:**

- ¿Con quién prefieres jugar / pasar el tiempo libre?
- ¿Con quién no prefieres jugar / pasar el tiempo libre?
- ¿Con quién prefieres trabajar juntos?
- ¿Con quién no prefieres trabajar juntos?

Debemos conocer la estructura del grupo, que tanto está cohesionado, identificar las relaciones creadas de forma natural, conocer la cultura en valores del aula, describir posibles factores discriminatorios e identificar a los alumnos (que destacan o no en el ámbito escolar, los líderes naturales, los aislados, los rechazados). Basados en dicho sociograma se determina la conformación de los grupos.

Dentro de los objetivos del trabajo colaborativo encontramos el favorecer los lazos de amistad, cooperación y aceptación; superar prejuicios, fomentar una actitud más activa durante el aprendizaje, aumentar el sentido de la responsabilidad, desarrollar la capacidad de comunicación, mejorar los aprendizajes curriculares (Summa, 2019).

Los equipos base ideal deben estar conformado mínimo de alumnos capaces de ayudar a otros, son líderes, motivacionales y entusiastas. Con alumnos de ciertas dificultades educativas de menor rendimiento escolar y motivación o que precisan de algún tipo de ayuda. El resto de alumnos de forma general; debe haber en cada grupo un equilibrio entre la etnia, género y religión; mientras más diverso mucho mejor (Summa, 2019).

## Los Roles en el Trabajo Colaborativo

La asignación de roles resulta esencial para una implementación exitosa del aprendizaje colaborativo ya que se aumenta la implicación de cada estudiante en la tarea, con responsabilidades concretas y únicas, roles de colaboración claros y diversos; se brinda a los estudiantes una vía clara de participación evitándoles sentir excluidos o aislados; se reduce la posibilidad de que una sola persona complete la tarea para todo el grupo; se promueve la responsabilidad de manera individual; se desarrollan habilidades comunicativas; se ayuda a superar aspectos estereotipados y de género (Summa, 2019).

**Algunos roles sugeridos son los siguientes:**

- Líder: es el que guía al grupo, mantiene la concentración y dialogo.
- Secretario (a): registra lo ocurrido sobre la tarea y los puntos críticos.
- Representante o portavoz: presenta las ideas del grupo al resto de la clase
- Facilitadores: observa la dinámica del equipo, analiza las estrategias y procedimientos y guía el proceso de creación en consenso, es decir reorienta al grupo.

**Figura 5.**

*Roles de los Docentes en el Trabajo Colaborativo*



**Nota:** roles de los docentes para guiar el trabajo colaborativo en el contexto educativo, tomado de Summa, (2019).

El docente es un instructor, mediador cognitivo, diseñador instruccional, motiva, orienta y regula los avances del trabajo, es mediador, observador y evaluador, refuerza y realimenta permanentemente el trabajo grupal (Summa, 2019).

**Figura 6.**

*Roles de los Estudiantes que Guían el Trabajo Colaborativo*



**Nota:** roles de los estudiantes en el trabajo colaborativo, tomado de Summa, (2019).

Los estudiantes deben ser colaborativos, estratégicos, responsables, deben mantener la motivación. Deben realizar en consenso la planificación y organización de las tareas del grupo, mantener una interacción continua y directa con los demás miembros del grupo y desarrollar en forma individual y autónoma las tareas específicas que les corresponden (Summa, 2019).

### **Pensamiento Crítico**

Es un proceso cognitivo que permite la construcción de un nuevo conocimiento y el uso del mismo en la solución de problemas reales del contexto, el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias además de que favorece la construcción y comprensión de

conceptos apoya el desarrollo de habilidades cognitivas que ayuden a mejorar la calidad de vida, como y donde utilizar los conocimientos adquiridos, analiza razones, opiniones que se aceptan como verdaderas en su contexto, se basa en valores intelectuales que van más allá de impresiones u opiniones particulares, lo central del pensamiento crítico tiene que ver con las habilidades de razonar, solucionar problemas y tomar decisiones (Romo, 2018).

Se debe tener en cuenta que las personas como miembros de la sociedad no aprenden solo de la escuela si no de un cúmulo de espacios y procesos, adquiriendo creencias, valores, saberes, habilidades, aptitudes, competencias y sentimientos, ahora además los medios de comunicación en la era digital juegan un papel fundamental en la construcción del aprendizaje pues estamos en contacto permanente con las nuevas tecnologías que nos botan información constante en tiempo real (Choque, 2009). Por tal motivo no hay que dejar estas de lado, se debe aprender a utilizarlas y de la gama de herramientas digitales que existen apoyarnos para enriquecer los procesos de enseñanza de los estudiantes.

### **Sobre la Educación 4.0**

En la educación 4.0 el aprendizaje toma lugar en todo momento, el docente toma el rol de facilitador más que de transmisor del conocimiento pues crea estrategias de aprendizaje innovadoras, la educación se da por medio de flujos de aprendizaje y no solo en instituciones educativas y el aula, la educación 4.0 se encuentra en una realidad donde la fusión de lo biológico, lo físico y lo digital se mantienen en interacción y son difíciles de separar un ejemplo de ello es la biotecnología, la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la robótica, diseño en 3D (Huerta & Velázquez, 2021).

Una educación 4.0 usa las tecnologías digitales como principales medios de aprendizaje y comunicación, entendiendo además que la educación se da desde diferentes entornos y es vivencial, el aprendizaje se puede llevar a cabo mediante materiales curados, los materiales para aprender se ofrecen desde diferentes formatos más allá del texto o hipertexto, los servicios educativos se ofrecen en línea, hay diversidad de modalidades para el trabajo y estudio, consolidación de grupos de trabajo colaborativo, las tecnologías potencializan las capacidades humanas para trabajar y aprender, el aprendizaje es ubicuo (Huerta & Velázquez, 2021).

## Uso de las TIC en la Estrategia de Enseñanza Aprendizaje

La formación continua, activa y mediada por experimentación del aprendizaje moderno requiere el uso necesario de las TIC, debido a la volatilidad y cambios que se presentan en el mercado laboral donde se les debe orientar a la reorganización permanente por la necesidad de ocupar diferentes puestos de trabajo, además se busca que los estudiantes no solo aprendan conceptos si no competencias que les sirvan para la vida (Ballesteros & Moral, 2014).

Los nuevos paradigmas tecnológicos evidencian que las TIC y la biotecnología moderna generan transformaciones en la producción y diversificación industrial, comercio, posibilita las interacciones productivas, son consideradas nuevos paradigmas tecnológicos pues están presentes en la resolución de problemas vigentes ligados al sector económico (Gorestein & Gutman, 2017).

Estudios evidencian que las tecnologías digitales alteran nuestros circuitos cerebrales los cuales están conformados por neuronas y sinapsis, estos circuitos responden en todo momento a las variaciones del ambiente, al exponer el cerebro a los diferentes estímulos que conforman los medios digitales se alteran fortaleciendo los circuitos que controlan las habilidades tecnológicas, sin embargo, los relacionados con las habilidades sociales son dejados de lado de ahí la importancia de su uso moderado (Ayala, 2011).

Por otro lado, la fuerza de las nuevas tecnologías de la información nos está convirtiendo en autodidactas (en Arbués y Tarín, 2005:53 tomado de Ayala, 2011). Las diferentes clases de experiencias provocan diferentes estrategias cognitivas, por lo que según neuro científicos el resultado es que los patrones de pensamiento han cambiado, parece que el uso de Internet aumenta los circuitos neuronales, por lo que podría ser una forma de ejercitar el cerebro.

Las TIC son mediadores de los procesos intra e inter mentales implicados en los procesos de enseñanza aprendizaje. Al actuar como instrumentos psicológicos se apoya en la naturaleza de las tecnologías y en las posibilidades de representar, procesar, transmitir y compartir información apoyados además en los recursos semánticos y semióticos que intrínseca y extrínsecamente se le asignan o ya traen incorporados dicho esto las TIC ayudan a mejorar las prácticas educativas al llegar a todos los estilos de aprendizaje que presentan los

estudiantes por tanto una de sus características es la de inclusión educativa, además potencializan los procesos de enseñanza al mejorar la didáctica, el dinamismo de las clases, captar la atención de los estudiantes (Ayala, 2011).

Las TIC brinda posibilidades y limitaciones que ofrecen a profesores y alumnos para organizar su actividad conjunta en torno a los contenidos y tareas de aprendizaje, proporcionando herramientas y recursos y de aplicaciones de software informático y telemático, que sus usuarios potenciales pueden utilizar para aprender, enseñar y establecer estructuras de participación (Coll et al., 2007).

La actividad conjunta tiene su origen en la perspectiva sociocultural ayudan a desarrollar competencias relacionadas con la realización de tareas, construcción de significados compartidos en torno a los contenidos de aprendizaje. Proporciona al mismo tiempo el contexto inmediato en el que tiene lugar el proceso de construcción de conocimiento de los estudiantes y el marco que hace posible que los agentes educativos puedan proporcionar una ayuda sistémica y ajustada a este proceso de construcción. Los procesos de enseñanza aprendizaje exitosos suelen caracterizarse por presentar formas de organización de la actividad conjunta, cuya secuencia revela un ajuste progresivo en la cantidad y calidad de las ayudas ofrecidas a los estudiantes (Coll et al., 2007).

Teniendo en cuenta (Oblinger y oblinger, 2005; tomado de Ayala, 2011) las características que identifican al estudiante en la era digital son las siguientes:

- **Vida en línea:** el uso de las computadoras ha afectado a todas las actividades y forma en que pensamos los seres humanos, los ambientes digitales ofrecen espacios de identidad, distracción y expresión de múltiples aspectos de personalidad.
- **Comunicaciones veloces:** expresar de manera rápida los pensamientos e ideas gracias a los procesadores de textos.
- **Redes sociales:** permite conocer por todo el mundo, formar grupos de estudio y amistades en línea.
- **Juegos y simulaciones:** los de esta generación son seguidores de juegos que pueden tener profundos efectos en el aprendizaje.
- **Alfabetismo digital:** mejora la expresión

- **Nativos en el mundo digital:** los estudiantes de hoy están acostumbrados a pensar en las cosas dentro de una interfaz con solo hacer clic sobre iconos para hacer sus trabajos o jugar, donde su prioridad es la eficacia de ver que hacen con la tecnología.
- **Fluidez:** rapidez en las comunicaciones.

Los individuos que nacieron bajo el mundo digital tienen la capacidad para leer imágenes visuales (intuición), habilidades visuales-espaciales (por la experiencia en juegos) donde se puede integrar lo visual con lo físico, capacidad de descubrimiento inductivo, pues aprenden a mejorar a través del descubrimiento en lugar que se les tenga que decir, despliegue atencional pues son capaces de desviar su atención rápidamente de una tarea a otra y pueden optar por no prestar atención a cosas que no les interesan. Sus tiempos de respuesta son más rápidos, pues son capaces de responder rápidamente y esperan a cambio respuestas rápidas (Ayala, 2011).

Implementar TIC en el ámbito educativo ha llevado a fomentar la responsabilidad, motivación y adquisición de destrezas y habilidades propias del siglo XXI como trabajo colaborativo, pensamiento lógico y resiliencia etc., las TIC además fomentan la interdisciplinariedad pues se pueden trabajar desde entornos virtuales temas de ciencias, juegos sobre geografía y sistemas de georreferenciación, apoyan los procesos llevándolos a orden superiores de experimentación, análisis, aplicación y uso de herramientas desconocidas que permiten su exploración y aplicación en aras de promover su utilización futura fortaleciendo competencias y habilidades del siglo XXI.

Finalmente podemos concluir que nos encontramos en la era digital, en la sociedad del conocimiento donde el aprendizaje sigue rutas diferentes a las trazadas en la antigüedad. Los hábitos personales y sociales ya no son lo mismo con la irrupción de la tecnología que permiten estar constantemente conectados, así como las formas de conocimiento y de adquirirlo. La sociedad gira entorno a las TIC, con nuevos sectores laborales, exceso de información, existe todo un desafío educativo producido por la sociedad del conocimiento.

Para llegar a integrar efectivamente las TIC en la secuencia didáctica se debe enfocar su uso de manera intencionada en los procesos educativos para ello seguiremos el modelo SAMR de Puentedura, (2006) llevando el uso de las TIC a los niveles de modificar y redefinir como se muestra a continuación:

**Modificar**, las TIC permiten rediseñar significativamente las actividades de aprendizaje. Hay un cambio funcional pues se permite adaptar las actividades a los medios tecnológicos disponibles en la institución, manteniendo un uso intencionado, enfocado y efectivo del uso de la tecnología.

**Redefinir**, las TIC permiten crear nuevas actividades de aprendizaje, antes inconcebibles. Donde el docente debe plantearse preguntas como. ¿en qué consiste la nueva actividad? ¿cómo hacen posible las TIC la nueva actividad? ¿la nueva actividad reta a los estudiantes para elaborar productos informáticos, y ayudan a desarrollar áreas transversales? Aquí la comunicación entre estudiantes es vital, y las TIC median la comunicación entre ellos.

- Utilizan la IA para realizar indagaciones y comparten material con los compañeros de forma colaborativa vía remota.
- Diseñan y crean videos tutoriales de la consolidación de la actividad y la publican en redes sociales como TikTok y en YouTube generando así contenido de calidad y significativo cuidando siempre su reputación digital.
- Usan ovas como padlet y otros medios para compartir información y recibir retroalimentación desde cualquier lugar donde se encuentre.

### **Inteligencia Artificial, Ventajas del Uso de Chat GPT en la Estrategia**

La inteligencia artificial puede ser considerada un robot digital que se comporta como experto en múltiples campos del saber humano, invita a crear y a pensarse estrategias didácticas que no limiten o frenen la capacidad creativa humana, genera y lleva a que se realicen cambios en productos, servicios, procesos como por ejemplo los servicios de salud y educación, la inteligencia artificial como CHAT GPT es considerada una innovación disruptiva, tanto en las formas de actuación profesional como en el pensamiento social (Diego et al., 2023)

2023 ha sido el año de la inteligencia artificial, Chat GPT es un chatbot conversacional, significa Generative Pre-trained Transformer o Transformador Preentrenado Generativo. Tiene la capacidad de generar respuestas originales a partir de las preguntas que se le hagan tomando información del contenido que suministra internet y la web, es de fácil acceso y uso, generando una nueva forma de crear y acceder a la información, mantiene las conversaciones en lenguaje natural, generando todo tipo de texto. La incorporación de dichas

tecnologías a la sociedad trae consigo muchos dilemas éticos y morales como lo son el reemplazo de los humanos en el mercado laboral por máquinas, entre otros (Diego et al., 2023)

Emplear la IA en los procesos educativos y sesiones en el aula ayuda a que los estudiantes puedan enriquecer su proceso formativo de las siguientes maneras:

- Generación de texto: coherentes y en diferentes estilos, temas, idiomas, resúmenes de noticias, historias, en la producción de textos como ensayos, monografías, tesis.
- Generación de contenido para redes sociales: para hacer publicaciones y mensajes atractivos, estrategias de posicionamiento.
- Para la resolución de problemas: podrían los estudiantes analizar problemas y generar soluciones a preguntas planteadas.
- Generación de contenido para aplicaciones de productividad: como informes, mensajes para correos electrónicos o diferentes canales de comunicación, generación de códigos de programación etc.
- Análisis de datos: se podrían analizar conjuntos grandes de datos y extraer información relevante de ellos.
- Diseño de cursos de entornos virtuales: la IA puede dar orientaciones sobre cómo crear cursos en Moodle (Diego et al., 2023)

Las ventajas de emplear la IA en la educación radican en el acceso a la información en tiempo real, se personaliza el aprendizaje, mejora además la calidad del aprendizaje al proporcionar diferentes herramientas y respuestas de forma rápida y precisa, se ahorra tiempo y recursos de trabajo, fomenta la colaboración e intercambio de conocimiento, puede llegar a un público amplio sin embargo como barreras se encuentra que dificulta y obstaculiza el pensamiento crítico y la resolución de problemas por tanto los profesores están llamados a repensar las estrategias de enseñanza-aprendizaje que posibiliten su uso y no prohibición, sin perder el enfoque crítico (Diego et al., 2023).

**Tabla 1.**

*Algunos aspectos positivos y negativos de la implementación de la IA en el aula*

Algunos aspectos positivos y negativos de la implementación de la IA en el aula basados en Diego et al., (2023) son:

<b>Aspectos positivos</b>	<b>Aspectos negativos</b>
Dominio de diferentes idiomas	Altera la elaboración de respuestas y búsquedas de información veraz
Promueve la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza aprendizaje por parte de los docentes	Requiere conexión a internet y sus costos de mantenimiento son elevados
Es inclusiva.	Falta de veracidad y realidad. Siendo a veces la información inexacta y poco confiable.
Requiere el uso de reglas gramaticales correctas y buena sintaxis.	Requiere utilizar reglas gramaticales correctas y buena sintaxis.
Puede facilitar las tareas de los profesores y los estudiantes.	Demanda una actualización constante sobre el manejo de las herramientas.
Personaliza la educación y a la construcción del currículo actualizado.	Puede ser un arma de empoderamiento que si se utiliza sin criterios éticos y responsables puede ser preocupante.
Mejora la motivación sobre tareas complejas o de difícil manejo para el estudiante. Potencializa el valor de las preguntas.	Resta espacio al aprendizaje consciente y profundo de materias necesarias para la mejor praxis.

## **Biotechnología**

La biotecnología emerge de la unión de las palabras “biología” y “tecnología” debido a que todos los seres vivos son considerados maquinarias biológicas, esta es un área multidisciplinaria la cual emplea la biología, la química y diversidad de procesos con n

representación en la agricultura, farmacia, ciencias de los alimentos, ciencias forestales y medicina (Villacreses et al., 2022).

La biotecnología involucra toda aplicación de tecnología a los sistemas biológicos y organismos vivos y sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos, (Villacreses et al., 2022).

La biotecnología consiste en el uso y comprensión de la maquinaria biológica de otros seres vivos en aras de obtener un beneficio para el ser humano a través de la elaboración de productos o mejorar un proceso industrial, generar alimentos más saludables, mejorar y producir medicamentos, materiales más resistentes o menos contaminantes, cultivos más productivos, fuentes de energía renovables e incluso sistemas para eliminar la contaminación (Villacreses et al., 2022).

## **Biología y Salud**

La biotecnología se encuentra presente en la medicina y en la salud animal, participando en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades donde se pueden generar y obtener tratamientos específicos para realizar curas eficaces, actualmente se emplea la biología molecular para la detección de enfermedades de origen genético, para desarrollar fármacos, terapia génica que consiste en la introducción de material genético en las células de un ser humano para prevenir o curar enfermedades (Villacreses et al., 2022).

## **Biología en la Alimentación**

Con el fin de salvaguardar nuestra alimentación actual y futura se ha incorporado en el sector alimentario las nuevas tecnologías y en particular la biotecnología, donde se ha generado gran diversidad de alimentos, seguros y de calidad, aumentando así la esperanza de vida, disminuyendo la intoxicación por alimentos no aptos para el consumo; La Biotecnología alimentaria utiliza técnicas y procesos que emplean organismos vivos o sus sustancias para producir o modificar un alimento, mejorar las plantas o animales de los que

proviene, o desarrollar microorganismos que intervengan en su elaboración y en el control de plagas (Villacreses et al., 2022).

Los primeros hombres en utilizar la Biotecnología fueron los sumerios hace 7.000 años, produciendo alimentos como la cerveza, el vino, el pan, el yogur y el queso por medio de la fermentación (Villacreses et al., 2022).

### **Biotecnología en la Agricultura**

Los inicios de la Agricultura se dieron hace más de 10.000 años en el Oriente Próximo, cuando el hombre dejó sus hábitos nómadas, se convirtió en sedentario y empezó a utilizar la agricultura y la ganadería para producir alimentos, domesticando de manera consciente pero intuitiva diferentes especies para obtener mejores clases de trigo, cebada o centeno. La biotecnología en la agricultura busca disminuir el uso de químicos y tóxicos que afectan la salud humana y medioambiental, implica realizar el mejor uso de recursos como lo son: el agua, la tierra y la energía, a través de la reutilización de subproductos de la propia industria agroalimentaria y la reducción de emisiones a la atmósfera. Es decir, con un valor añadido cada vez más elevado en términos de calidad, resistencia y durabilidad, lo que supone un aumento de la rentabilidad económica (Villacreses et al., 2022).

### **Biotecnología en el Medio Ambiente**

La biotecnología ambiental es utilizada para mejorar las tecnologías sobre el entorno natural, para las mejoras de los suelos, también puede tratar de aprovechar un proceso biológico para usos comerciales y el uso de microorganismos en procesos ambientales que se encuentra desde el siglo XIX (Villacreses et al., 2022).

### **Biotecnología como Apoyo a la Industria**

La Biotecnología Industrial (B.I.) utiliza las células vivas tales como: bacterias, levaduras, algas, células animales y sus componentes, como enzimas o ácidos nucleicos, para

generar productos y procesos. La clásica definición de la Biotecnología realizada por la OCDE en 1987, incluía en esa palabra, tanto la “bio” (biología básica, molecular) y la tecnología. Con el rápido, amplio e incesante desarrollo de la biotecnología en salud humana, empañó a los otros sectores (a fines de los '90 la aplicación a través de las semillas transgénicas, puso de relieve el impacto en la agricultura) que aparecen con potencia en la última década y lleva a considerar de manera amplia la Biotecnología Industrial incluyendo a todos los sectores productivos.

La B.I. en si es una disciplina de forma horizontal que mezcla amplios conocimientos científicos y tecnológicos e implica la utilización de diversas técnicas: ADN recombinante, bioprocesos, cultivo de células y tejidos, etc. La B.I. es utilizada, además de para los fitofármacos, es decir, vacunas y nuevos diagnósticos en salud humana y animal, para nuevos productos como plásticos biodegradables de origen en las plantas y microorganismos o bioplásticos a partir de la biomasa; comienza a reemplazar la biomasa por el petróleo a partir de biorrefinerías que pueden producir energía, lo cual se conocería como biocombustibles, materiales y sustancias químicas (Villacreses et al., 2022).

## **Las TIC y la Biotecnología**

Las TIC y la biotecnología son tecnologías utilizadas para cumplir objetivos de tipo social, económico y medioambiental, dando la posibilidad de dirigir la economía a mundial hacía un desarrollo más sostenible y mejorar la calidad de vida (Villacreses et al., 2022).

## **Fitoquímica**

Las plantas han jugado un papel significativo en la historia global desde el uso culinario, cosmético y en la medicina siendo de uso terapéutico en todas las culturas (Benelli & Oliveira, 2019). Las plantas tienen propiedades antioxidantes, enzimas, vitaminas (Nieto et al., 2018).

## **Estudio Etnobotánico y Etnofarmacológico de las Plantas**

La etnobotánica estudia las relaciones entre los seres humanos y los vegetales, los conocimientos y utilidades sobre las plantas por parte de las culturas tradicionales y populares (Chepe et al., 2013).

La importancia de los estudios etnobotánicos de plantas medicinales radica en que son el punto de partida en la búsqueda de nuevas moléculas y fuentes de principios activos a partir de los recursos naturales, lo cual puede llegar a convertirse en el desarrollo de derivados para la industria farmacéutica, cosmética, textil, ambiental etc. (Chepe et al., 2013).

En la región se encuentran diferentes ecosistemas en los cuales se desarrolla una gran variedad de plantas que a su vez se podrían utilizar en las múltiples aplicaciones tradicionales y terapéuticas. Este primer estudio sería la parte inicial para recopilar conocimientos acerca de las plantas medicinales, puesto que ello permitirá que puedan ser estudiadas científicamente desde todos sus ángulos.

### **Conceptos Importantes**

***Medicina Tradicional.*** Engloba todos los conocimientos teóricos, habilidades y prácticas que son sustentados por teorías, creencias y experiencias inmersas en las diferentes culturas, que se utilizan en el mantenimiento y cuidado de la salud (Molina, 2021).

**Plantas medicinales.** Son todas aquellas plantas que contienen principios activos, los cuales administrados en dosis adecuadas producen la cura de enfermedades del hombre y los animales, tratando afecciones y trastornos (Molina, 2021).

***Etnofarmacología.*** Es la ciencia que se encarga del estudio y exploración científica interdisciplinaria de los agentes biológicamente activos y tradicionalmente que han sido usados o referenciados por el hombre para diferentes aplicaciones de interés (Molina, 2021).

### **Metabolitos de las Plantas**

El metabolismo es una serie de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o viceversa. Las plantas son organismos autótrofos que poseen un metabolismo primario y secundario que les permite producir y acumular diversos compuestos fitoquímicos (Ávalos & Pérez, 2009).

## **Metabolitos Primarios**

La mayor parte del carbono, nitrógeno y energía requerida por todas las células para su correcto funcionamiento, son tomadas en forma de aminoácidos, nucleótidos, azúcares y lípidos, están presentes en todas las plantas y se les denomina metabolitos primarios (Ávalos & Pérez, 2009).

## **Metabolitos Secundarios**

En su evolución las plantas han desarrollado diferentes mecanismos de defensa para contrarrestar el estrés biótico y abiótico al que se encuentre expuesta. La lucha y exposición química va dirigida hacia herbívoros, microorganismos, nematodos y ácaros; también las plantas se han adecuando a los cambios continuos de estrés abiótico como sequía, salinidad, radiación ultravioleta, temperatura, inundaciones, y concentraciones de CO<sub>2</sub>. Las plantas hablan e informan al medio ambiente acerca de su estado clínico diciendo si están siendo atacadas, dicho lenguaje químico ocurre a través de la producción de metabolitos secundarios, y la seguida emisión de los compuestos volátiles orgánicos biogénicos hacia la atmosfera (Rioja, 2020).

No todos los metabolitos secundarios se encuentran en todos los grupos de plantas, estos se sintetizan en pequeñas cantidades y su producción es restringida en cierto género de plantas, a algunas familias e incluso a algunas especies (Ávalos & Pérez, 2009).

Los metabolitos secundarios son producto de las reacciones enzimáticas de las plantas cuyas funciones se focalizan en la atracción, defensa o señalización (Khaw et al., 2017).

Muchos metabolitos secundarios son pigmentos que proporcionan color a flores y frutos, atrayendo así a los polinizadores importante proceso para la polinización y dispersión de semillas, otros actúan como repelentes frente a depredadores proporcionándole a la planta sabores amargos haciéndolas ingeribles y venenosas (Ávalos & Pérez, 2009).

Dentro de una gran diversidad de plantas se encuentra la presencia de metabolitos secundarios, los cuales se encuentran principalmente en el aceite esencial y extractos de las plantas los cuales tienen actividades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes e hipolipemiantes, la presencia de dichas moléculas varía de acuerdo a la ubicación geográfica donde se encuentren las plantas y a sus condiciones de crecimiento, el estrés generado (Fikry et al., 2019).

También reciben el nombre de productos naturales y tienen un importante significado y valor a nivel económico e industrial ya que se usan en la industria cosmética, alimentaria, farmacéutica, en la antigüedad ya se usaban como como medicamentos y en la actualidad se usan como resinas, medicamentos, gomas, potenciadores de sabor, aromas y colorantes (Ávalos & Pérez, 2009).

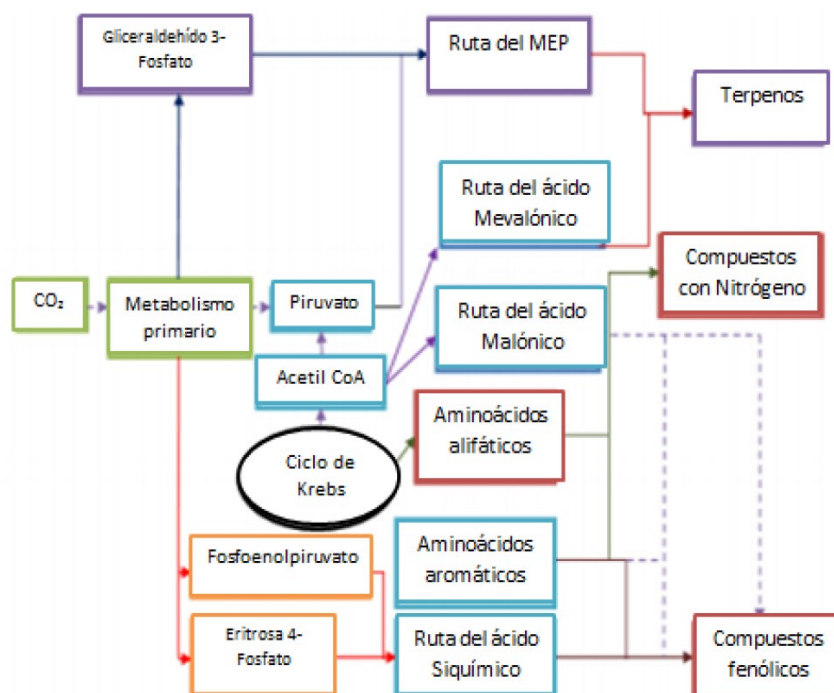
### Rutas Metabólicas Involucradas en la Producción de Metabolitos Secundarios

Interconexión entre el metabolismo primario y secundario, los metabolitos secundarios se dividen en tres grandes grupos: compuestos terpénicos, compuestos fenólicos y compuestos con nitrógeno.

- Los compuestos terpenoides se biosintetizan por las rutas del **metileritritol fosfato (MEP) o ruta del ácido mevalónico (MVA)**
- Los compuestos fenólicos por la ruta del **ácido siquímico**
- Los compuestos de nitrógeno provienen de **los aminoácidos aromáticos o alifáticos** (Ramírez, 2016).

**Figura 7.**

*Interconexión entre el metabolismo primario y secundario de las plantas*

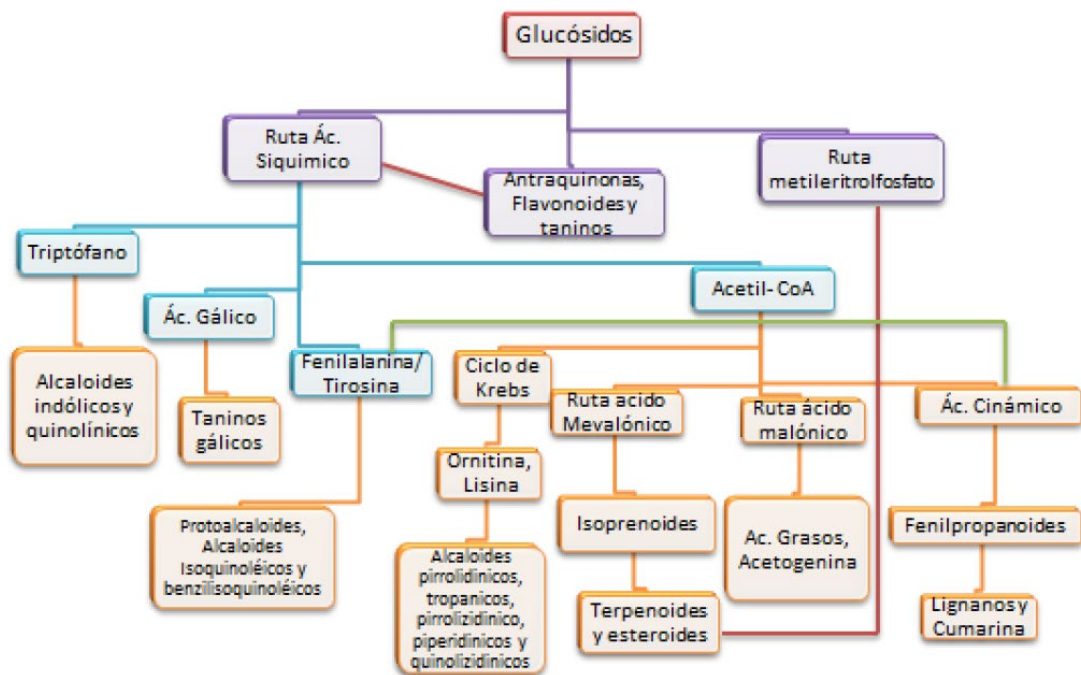


**Nota:** interconexión entre el metabolismo primario y secundario de las plantas y los principales grupos de metabolitos secundarios más representativos, tomado de Ramírez, (2016).

## Rutas Metabólicas que dan Origen a los Diferentes Metabolitos Secundarios

**Figura 8.**

*Detalle de algunos grupos de metabolitos*



**Nota:** a continuación, se detallan algunos grupos de metabolitos secundarios, así como las rutas metabólicas que intervinieron en su origen, tomado de Ramírez, (2016).

## Tipos de Metabolitos Secundarios

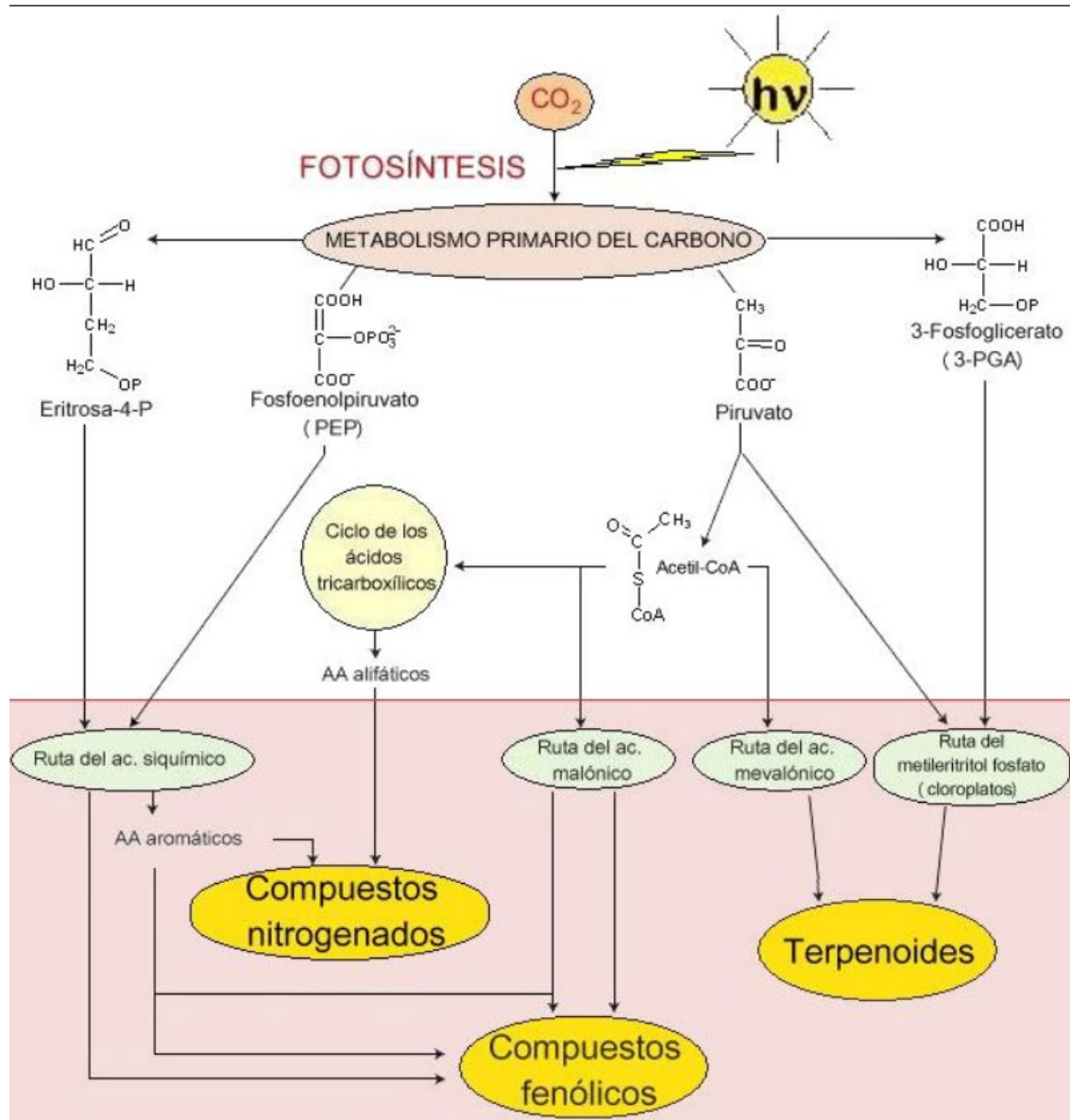
### Terpenos

Entre los que se encuentran **pigmentos, hormonas o aceites esenciales**, son el grupo más numeroso de metabolitos secundarios con más de 40.000 moléculas diferentes. La ruta biosintética de estos compuestos da lugar a metabolitos primarios como las hormonas giberelinas, ácido abscísico y citoquininas, a carotenoides, clorofilas y plastoquinas para el

proceso de fotosíntesis, las ubiquinonas para la respiración y esteroides de importancia para las membranas y a metabolitos secundarios (Ávalos & Pérez, 2009).

**Figura 9.**

*Metabolismo del carbono y su relación con las rutas de síntesis de metabolitos secundarios*



**Nota:** Metabolismo del carbono y su relación con las rutas de síntesis de metabolitos secundarios fenólicos, terpenoides y compuestos nitrogenados (Ávalos & Pérez, 2009).

Suelen ser insolubles en agua y derivan todos ellos de unidades de isopreno (5 carbonos), pueden ser monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, tetraterpenos, politerpenos. Se sintetizan a partir de metabolitos primarios por dos rutas: la del ácido mevalónico o la ruta del metileritritol fosfato (MEP).

Los terpenos incluyen:

- Hormonas como: giberelinas y ácido abscísico
- Pigmentos carotenoides: carotenos y xantofilas
- Esteroles: ergosterol, sitosterol, colesterol
- Derivados de esteroles: glicósidos cardíacos
- Látex y aceites esenciales

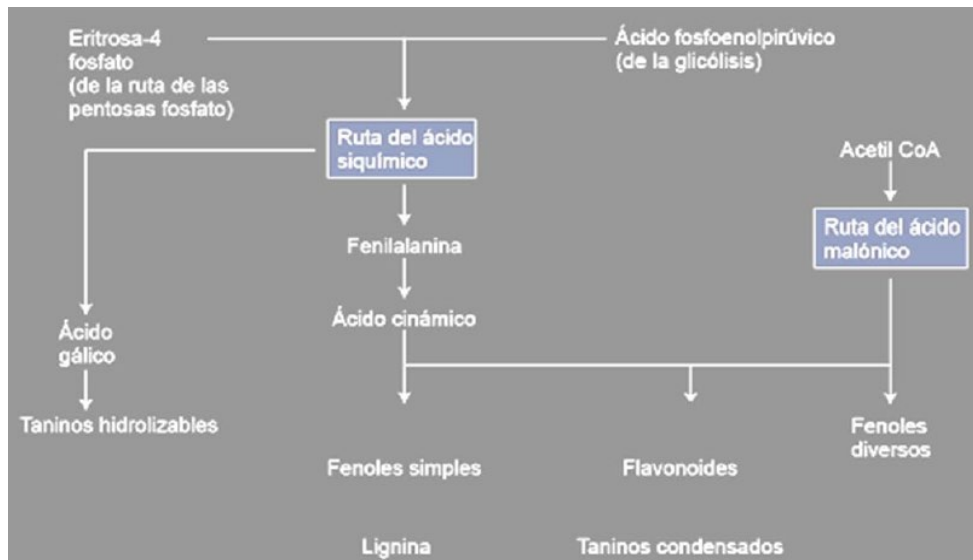
Ejemplos de monoterpenos limoneno y mentol principales constituyentes de aceites esenciales del limón y la menta. Las resinas de coníferas, como los metabolitos del pineno y piretrina (Ávalos & Pérez, 2009).

## **Compuestos Fenólicos**

Son un grupo muy complejo donde encontramos cumarinas, pigmentos flavonoides, lignina y taninos. También llamados polifenoles o fenilpropanoides, constituidos por un anillo aromático con un grupo hidroxilo. Existen dos rutas básicas implicadas en la biosíntesis de compuestos fenólicos, la ruta del ácido siquímico y la ruta del ácido malónico.

### **Figura 10.**

*Rutas implicadas en la biosíntesis de compuestos fenólicos, ruta del ácido siquímico y ruta del ácido malónico.*



**Nota:** La ruta del ácido siquímico es la responsable de la mayoría de compuestos fenólicos de plantas (Ávalos & Pérez, 2009).

Ejemplos: **la cumarina**, constituye el aceite de bergamota; los derivados del **ácido benzoico** como vainillina y el ácido salicílico; **la lignina** que se encuentra en la celulosa y pared celular tiene valor de resistencia y protección para la planta dado que su resistencia mecánica impide que las plantas sean alimento para los animales; los **flavonoides** como antocianinas (pigmentos), flavonas, flavonoles, isoflavonas con funciones de defensa y color; los **taninos** que pueden ser condensados o hidrolizables, generalmente son toxinas por su capacidad de unirse a proteínas, actúan como repelentes alimenticios, sin embargo los taninos del vino tinto tienen efecto en evitar la vasoconstricción al bloquear la endotelina-1 (Ávalos & Pérez, 2009).

## Glicósidos

Las saponinas, glicósidos cardíacos, glicósidos cianogénicos y glucosinolatos, son los componentes representativos de este grupo.

Las saponinas contienen una o más moléculas de azúcar en su estructura y si no tienen azúcar se llaman sapogeninas, tienen propiedades surfactantes o detergentes similares al jabón; los glicósidos cardíacos son semejantes a las saponinas esteroideas también tienen propiedades detergentes, pero su estructura contiene una lactona; glicósidos cianogénicos son compuestos nitrogenados no son tóxicos pero al degradarse o aplastarse libera sustancias tóxicas volátiles como cianuro de hidrógeno, un ejemplo es la amigdalina que se encuentra en semillas de almendra, albaricoque, cereza o melocotón, tienen papel protector frente a

herbívoros. Los tubérculos como la yuca contienen altos niveles de glicósidos cianogénicos al ser consumida su detoxificación no es completa dando lugar a efectos nocivos en las poblaciones consumidoras (Ávalos & Pérez, 2009).

### **Alcaloides**

Son una gran familia de más de 15.000 metabolitos secundarios con características como que son solubles en agua, contienen al menos un átomo de nitrógeno en la molécula y exhiben actividad biológica, a dosis altas los alcaloides son muy tóxicos, sin embargo, a dosis bajas tienen un alto valor terapéutico como relajantes musculares, tranquilizantes, antitusivos o analgésicos (Ávalos & Pérez, 2009).

Se sintetizan normalmente a partir de la lisina, tirosina y triptófano, aunque la nicotina y compuestos relacionados derivan de la ornitina (Ávalos & Pérez, 2009).

El opio es el exudado látex de la capsula inmadura de *Papaver somniferon*, con una mezcla de más de 20 alcaloides diferentes entre los cuales se encuentran la morfina y la codeína; la heroína es un alcaloide semisintético formado por acetilación de morfina. Algunas solanáceas (los géneros *Datura*, *Hyoscyamus* y *Atropa*) contienen alcaloides tóxicos como la escopolamina. La patata contiene el alcaloide solanina, un inhibidor de colinesterasa que interfiere en la transmisión nerviosa. Los tubérculos sometidos a alta intensidad de luz pueden llegar a sintetizar niveles tóxicos de solanina (Ávalos & Pérez, 2009).

### **Métodos de Extracción de Metabolitos Secundarios**

Existen diferentes métodos de extracción de las moléculas de las plantas van desde las técnicas convencionales a las técnicas no convencionales (Sik et al., 2020).

#### **Características de las Técnicas de Extracción Convencionales**

**Prensado mecánico:** consiste en la destrucción mecánica de diferentes estructuras vegetales con el fin de liberar el compuesto de interés, no es necesario el uso de calor o de disolventes por otro lado esta es una técnica no selectiva y se requiere de un equipo que aplique para altas presiones se aplica en la extracción de aceite esencial y jugos.

#### **Figura 11.**

### *Prensa mecánica casera para extracción de metabolitos secundarios*



**Maceración:** procedimiento por medio del cual los componentes del tejido de interés son transferidos al disolvente utilizado, se pueden usar disolventes de bajo costo, pero se requiere elevado tiempo de extracción y no es una técnica selectiva, se aplica en la obtención de extractos con actividad biológica. En otras palabras, consiste en dejar en inmersión el material vegetal en un aceite neutro, el cual puede estar a temperatura ambiente o un poco tibio, a baño maría. Puede durar hasta tres meses. La maceración en frío es más lenta que la maceración en caliente.

#### **Figura 12.**

*Maceración en frío usando aceite vegetal y especias*

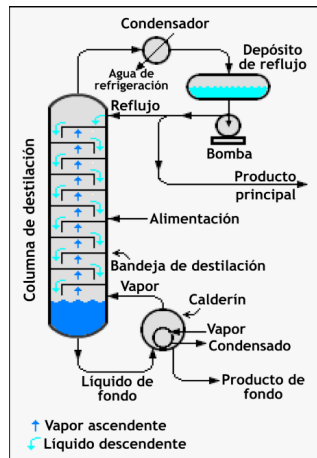


**Extracción por reflujo:** extracción del componente de interés a través de un disolvente sometido a calentamiento y a volumen constante mediante un reflujo, una ventaja de su uso es la utilización de disolventes de bajo costo, no requiere equipo especializado ni tratamiento previo de la muestra por otro lado los disolventes empleados y largos tiempos de

exposición pueden dañar los componentes termolábiles. Obtención de extractos con actividad biológica.

**Figura 13.**

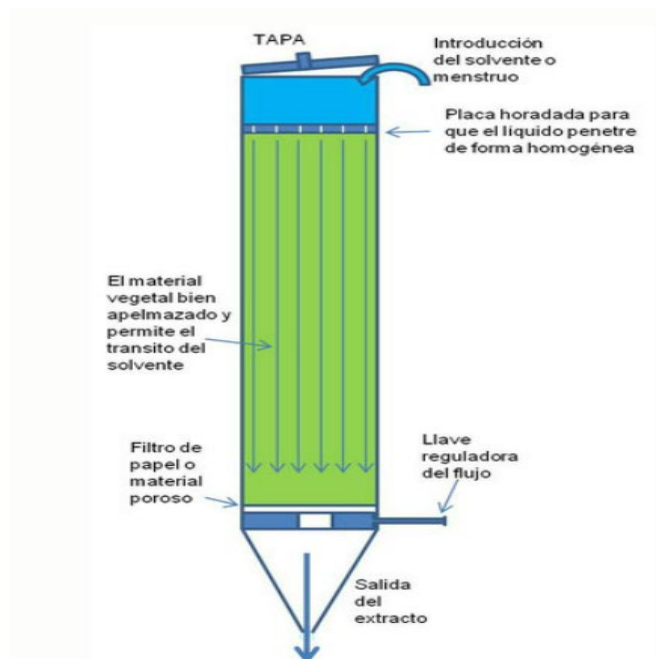
*Extracción por reflujo a nivel de laboratorio*



**La Maceración por Percolación:** es igual a la maceración, con la diferencia que en esta técnica se mantiene un flujo continuo de disolvente nuevo, evitando su saturación. La maceración por percolación consiste en triturar muy bien el material vegetal e incorporarlo en un embudo con alcohol a 80°, para que se filtre y gota a gota caigan los compuestos volátiles. A manera de un lavado.

**Figura 14.**

*Maceración por percolación de flujo continuo.*



**Trituración:** destrucción mecánica por medio de la reducción del tamaño del material vegetal con el fin de obtener componentes contenidos en la muestra, al igual que el anterior método no requiere equipo especializado ni tratamiento previo a la muestra además no requiere el uso de disolventes por otro lado hay baja eficiencia en la extracción y selectividad (Flores et al., 2020).

**Figura 15.**

*Trituración o pulverización de especias vegetales.*



**Decocción e Infusión:** en la infusión se usan flores, hojas, las partes frágiles de las plantas. Para realizar la infusión se debe añadir agua hirviendo en un recipiente y dejar reposar de 5 a 15 minutos mientras se extraen los componentes activos. Mientras que en la decocción se usan raíces, cortezas, las partes más duras de las plantas, posteriormente se incorporan en agua natural y se ponen a hervir durante 30 minutos aproximadamente.

**Figura 16.**

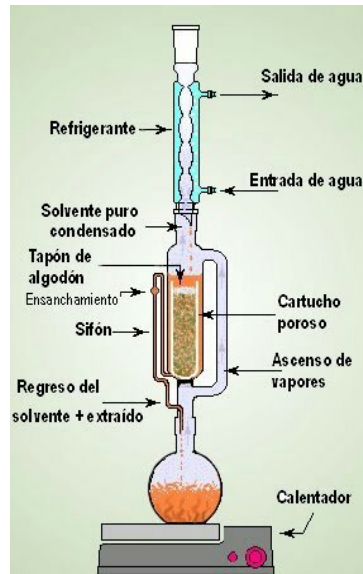
*Métodos de decocción e infusión empleando plantas y agua*



**Extracción Alcohólica por el Método Soxhlet:** el solvente se calienta y comenzará a evaporarse, moviéndose a través del aparato hasta el condensador. Luego, el condensado gotea en el depósito que contiene el dedal. Una vez que el nivel de disolvente llega al sifón, se vuelve a verter en el matraz y el ciclo comienza de nuevo.

**Figura 17.**

*Equipo de extracción alcohólica Soxhlet*



**Destilación por arrastre de vapor:** se trata de un proceso de separación por el cual, mediante el uso de vapor de agua, se vaporizan los componentes volátiles de la materia vegetal. El procedimiento consiste en hacer pasar un flujo de vapor a través de la materia prima, de modo que arrastra consigo los aceites esenciales.

**Figura 18.**

*Destilador por arrastre de vapor, con matraces y condensador de vidrio.*



**Enfloración:** consiste en dejar inmersos pétalos de flores en aceite de coco o vaselina sólida o líquida inolora por cierto tiempo, y luego retirar los pétalos de las flores de la mezcla aromatizada, la vaselina o el aceite utilizado quedará impregnado del aceite esencial.

**Figura 19.**

*Método de enfloración empleando vaselina sólida inolora.*



**Características de las Técnicas de Extracción No Convencionales**

**Extracción asistida con fluidos supercríticos:** se usan disolventes a presiones y temperaturas por encima de su punto crítico, es rápido, uso nulo o mínimo de disolventes, es selectiva, pero es de elevado costo.

**Extracción asistida por microondas:** a partir de radiaciones electromagnéticas y conducción iónica para calentar la muestra, reducción de la pérdida de componentes extraídos, extracción rápida y costos bajos.

**Extracción asistida por ultrasonido:** emplea en proceso de cavitación con frecuencias mayores a los 20 KHz.

**Extracción asistida por enzimas:** se utilizan enzimas hidrolíticas de la pared celular que permite la extracción de las sustancias de interés. Tiene elevados porcentajes de extracción.

**Extracción asistida por líquidos iónicos:** usos de la solvatación de sales a temperaturas inferiores a 100°C, lo que facilita la migración del componente de interés al disolvente

**Extracción asistida por campos eléctricos pulsantes:** se aplican campos eléctricos que destruyen las membranas estructurales de la planta favoreciendo la extracción de componentes, hay alta eficiencia en la extracción (Flores et al., 2020).

## Etapas del Método Científico

**Figura 20.**

*Descripción gráfica de las etapas del método científico.*

 <p>STEP 1: OBSERVE AND QUESTION</p> <p>Formular preguntas que puedan surgir de las observaciones.</p>	 <p>STEP 2: RESEARCH</p> <p>La consulta en revistas, artículos científicos sobre el tema de interés, sobre la misma pregunta de investigación que otros autores se han planteado.</p>
 <p>STEP 3: FORMULATE A HYPOTHESIS</p> <p>Son serie de proposiciones, que explican los hechos o fenómenos observados, la cual debe someterse a experimentación para comprobar su validez.</p>	 <p>STEP 4: TEST YOUR HYPOTHESIS</p> <p>Diseños de los experimentos que haces para aceptar o negar la hipótesis, se corrobora haciendo test, ensayos, pruebas etc.</p>



## Saberes

### Saberes Conceptuales

Los saberes conceptuales se definen como un conjunto de acciones que dan cuenta de la apropiación o generación de sentido que hace el estudiante sobre teorías, leyes, acontecimientos, conceptos u objetos de acuerdo con los contextos disciplinares. Esta apropiación o generación de sentido de la información conceptual se logra a través de la comprensión, identificación, memorización, relación, clasificación, explicación, comparación, análisis, entre otras acciones del pensamiento que aprende el estudiante.

**Ejemplos:** Establecer las diferencias entre competencias, objetivos de aprendizaje, saberes y aspectos a evaluar o resultados de aprendizajes.

Identificar las ventajas del uso de instrumentos de evaluación (listas de chequeo, rúbricas holísticas y analíticas, y portafolio) para el seguimiento de procesos formativos y mejoramiento de resultados o desempeños a alcanzar.

### Saberes Procedimentales

Los saberes procedimentales definen como un conjunto de acciones metódicas que dan cuenta de la aplicación o ejecución de protocolos, metodologías, técnicas o procedimientos, teniendo en cuenta las especificidades de un proceso, problema o una meta a alcanzar. En muchas ocasiones, los saberes procedimentales se presentan como destrezas que,

por supuesto, vinculan la apropiación de saberes conceptuales aplicados en contextos específicos dentro de un saber hacer.

**Ejemplo:** Diseñar instrumentos de valoración (listas de chequeo y rúbricas), teniendo en cuenta los propósitos educativos (competencias), los procesos formativos y el mejoramiento de los desempeños en los aspectos o resultados de aprendizajes de los estudiantes.

### **Saberes Actitudinales**

Los saberes actitudinales definen como un conjunto de acciones relacionadas con el saber ser y el saber convivir, por lo tanto, son maneras de especificar los valores, actitudes, disposiciones y rasgos del carácter que se deben aprender para el desarrollo y logro de los objetivos o metas de aprendizaje. Cabe señalar que los saberes actitudinales van más allá de estipular situaciones relacionadas con el libro de normas y deberes de los estudiantes. En el marco de un proceso formativo que esté orientado hacia la investigación, por ejemplo, entre los saberes actitudinales que deberían aprenderse estarían: aprender a ser detallista al observar fenómenos naturales, ser metódico con el desarrollo metodológico, ser crítico-reflexivo con los resultados obtenidos. Estos saberes también corresponden al aprender a trabajar colaborativamente o ser propositivo con los problemas o situaciones que enfrenta.

**Ejemplos:** Ser crítico reflexivo, en relación con sus prácticas docentes, los procesos de evaluación de aprendizajes y su propio proceso formativo

Aprender de sus errores y reconocer la importancia de los procesos de retroalimentación y reescritura.

### **Estándares ISTE**

Los Estándares ISTE sirven para enfatizar en las habilidades y competencias que se quieren lograr en los estudiantes la participación en la era digital contemporánea. En el presente trabajo se busca promover la construcción de ciudadanía digital a través de las ventajas y posibilidades que ofrecen las TIC en la educación.

## **Marco Metodológico**

Se desarrollará una investigación acción participante con postura crítica donde se intenta ser lo más cercano a la realidad que se intenta describir, comprender e interpretar (Noreña et al., 2012).

El acercamiento a la realidad de los sujetos se llevará a cabo sin intrusión, se tratará de transmitir las percepciones de los participantes nítidamente, explícitamente y literal.

Se aplicará el consentimiento informado y manejo de confidencialidad a los participantes del proyecto, donde prevalecerá el bienestar. La implementación de la estrategia no implica riesgos por el contrario hay muchos beneficios para la comunidad académica y la comunidad local, de igual forma si existiese algún peligro se buscaría minimizarlo o anular de forma inmediata sin embargo no se ha encontrado perjuicio alguno. Los datos recolectados solo serán utilizados en el presente estudio.

Durante el desarrollo de la experiencia se tendrán en cuenta criterios de justicia, beneficencia y no maleficencia, y el respeto por los informantes. Del mismo modo se les informará a los participantes sobre el desarrollo y modo en que se manejará la información recolectada (Noreña et al., 2012).

El análisis de resultados se realizará a un grupo experimental y grupo control por parte del docente. A través del análisis de datos en Excel y presentación de gráficos de cada uno de los resultados obtenidos en ambos grupos.

1. Grupo experimental
2. Grupo control

*A continuación, se presentarán los momentos o ejes de investigación, tipo de información a recolectar, actividades, instrumentos y el momento de aplicación de la estrategia.*

### **1. Diagnóstico**

Se identificarán aspectos relevantes en la comunidad estudiantil que permitan un diagnóstico previo a la implementación de estrategias de enseñanza aprendizaje sobre la biotecnología-fitoquímica.

Se elaborará un registro del diagnóstico de los estudiantes previo a la implementación de la secuencia didáctica.

El instrumento a emplear es un cuestionario de preguntas cerradas (alternativas fijas) de opción múltiple con única respuesta, exhaustivas, mutuamente excluyentes, evitando que estimulen a responder en un sentido determinado (Matriz de datos). La cual se aplicará durante la primera sesión de formación (duración 30 minutos).

## **2. *Diseño de la Secuencia Didáctica***

En el diseño de la secuencia didáctica y metodológica sobre la biotecnología y fitoquímica se tuvo en cuenta el contexto y realidad educativa, así como necesidades de los educandos, la secuencia didáctica sigue la metodología de aprendizaje basado en retos ABR, consta de instrumentos de evaluación, entrevistas semiestructuradas, herramientas de consolidación de resultados y retroalimentación digitales y escritas, etapas y métodos de experimentación, juegos interactivos e impresos y análisis de resultados.

Se usará como instrumento de recolección de datos las entrevistas semiestructuradas para conocer las plantas de la región y su aplicación o uso etnobotánico, etnofarmacológico. Instrumentos de evaluación y retroalimentación digitales y físicos (Cuestionarios en edpuzzle, educaplay, padlet con preguntas orales y escritas, quices).

Se realizará registros de observación acción participante durante las actividades prácticas y el trabajo grupal.

## **3. *Implementación de la Secuencia Didáctica***

La secuencia didáctica se implementará en el laboratorio-salón de la institución educativa, con estudiantes de grado octavo, las evidencias serán recolectadas en físico, por medio de un diario de campo (portafolio del aprendiz), o de forma digital (Padlet, educaplay, edpuzzle etc.), se llevará a cabo durante la implementación del diseño. Previo, durante y posterior a la situación de evaluación.

Se desarrollarán preguntas dirigidas para resolver un problema planteado del entorno real, así como trabajos grupales experimentales para la apropiación de herramientas, equipos y técnicas de laboratorio para la extracción de metabolitos secundarios.

- ***Evaluación de la Secuencia Didáctica***

Los instrumentos de evaluación y retroalimentación se aplican al inicio y finalización de cada sesión de formación o de cada temática. La observación se hace a lo largo de todo el proceso y el reporte de las evidencias deben presentarse al finalizar de cada sesión de formación.

Se evaluarán las dimensiones cognitivas, emocionales, sociales adquiridas por parte de los estudiantes en el desarrollo de la secuencia didáctica mediada por las TIC, ABR.

Divulgación del proyecto en videos promocionales y/o collages en el padlet y redes sociales.

### **Contextualización de la Propuesta Didáctica**

La implementación de la secuencia didáctica se desarrolló en la institución educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque de Santa Rosa de osos Antioquia del sector oficial, fue dirigida a estudiantes de básica secundaria de octavo grado, puesto que los jóvenes tienen dificultad para concentrarse en clases, apropiar conocimientos, muestran falta de motivación e interés en el área, por tanto, se planteó desarrollar una práctica disruptiva, diferente a lo que están acostumbrados a experimentar y que además mostrara las bases de cómo resolver un problema de su contexto real.

Se desarrolló en el laboratorio de ciencias y el salón de clases de la institución educativa, los estudiantes realizaron actividades de campo y se trabajaron aproximadamente 4 horas durante 7 semanas.

La estrategia buscó consolidar prácticas de enseñanza aprendizaje en el aula que sean innovadoras, desarrollar competencias, habilidades y aprendizajes significativos en los estudiantes, además de servir de insumo para los docentes que busquen generar practicas disruptivas, propositivas, donde el estudiante tome un rol más activo y coordine su proceso de aprendizaje. La estrategia promueve el análisis y pensamiento crítico, así como la indagación a través de la resolución de problemas del entorno basados en la metodología de aprendizaje basado en retos, busca promover el emprendimiento y el interés por las ciencias.

### **Secuencia de Aprendizaje, ¿En qué Consiste?**

La práctica de enseñanza-aprendizaje a desarrollar consiste extraer metabolitos secundarios de plantas de interés de la región empleando métodos convencionales, con la finalidad de que los estudiantes apropien conocimientos sobre Biotecnología - fitoquímica y comprendan la importancia de la investigación y análisis de estas moléculas con potencial para el desarrollo de la bioeconomía del país.

Los estudiantes son protagonistas del proceso de aprendizaje, se les plantea un RETO de investigación donde seleccionan a través de la indagación la planta de interés, así como los diferentes métodos para extraer los compuestos fitoquímicos, cabe destacar que el reto se centrará en conocer los recursos genéticos de flora de la región en pro de análisis y uso para sustituir materia prima contaminante en la industria teniendo en cuenta que las plantas presentan muchas propiedades benéficas para el ser humano. Toda la secuencia será mediada por herramientas TIC. La secuencia de aprendizaje aplicando la metodología ABR mediada por TIC será aplicada a un grupo, por otra parte, se tendrá un grupo control al cual se le va a aplicar la misma estrategia, pero sin la mediación con TIC para evaluar la relevancia de esta.

### **Competencia:**

Al finalizar el programa formativo el estudiante está en la capacidad de elaborar productos cosméticos naturales reconociendo principios, características y técnicas fitoquímicas.

### **Saberes**

#### **Saberes Conceptuales (Conocer)**

El estudiante estará en la capacidad de conocer aspectos fundamentales sobre metabolitos primarios y secundarios función, origen, características, diferencias y beneficios a nivel natural e industrial.

El estudiante estará en la capacidad de reconocer la importancia del cuidado y preservación de la diversidad biológica.

El estudiante estará en la capacidad de identificar las ventajas e importancia del uso de instrumentos de evaluación (listas de chequeo, rúbricas holísticas y analíticas, pruebas diagnósticas, entrevistas semiestructuradas y portafolio) para el seguimiento y mejoramiento de resultados o desempeños a alcanzar.

### **Saberes Procedimentales (Hacer)**

El estudiante estará en la capacidad de identificar y aplicar las etapas del método científico por medio del aprendizaje basado en retos para proponer alternativas de solución de un problema del contexto real.

El estudiante estará en la capacidad de reconocer herramientas y elementos de laboratorio e implementar métodos de extracción de metabolitos secundarios con fines experimentales.

El estudiante estará en la capacidad de aplicar instrumentos de evaluación y recolección de datos.

### **Saberes Actitudinales (Ser)**

El estudiante deberá contar con disposición para colaborar, fortaleciendo sus actitudes y valores.

El estudiante estará en capacidad de asumir una postura ética y responsable con los recursos naturales.

El estudiante estará en la capacidad de sentir curiosidad, despertar pasión, relevancia hacia el estudio de las ciencias al reconocer su importancia de forma crítica.

El estudiante estará en capacidad de realizar trabajo en equipo y mejorar habilidades del siglo XXI como las comunicativas.

### **Estándares ISTE a Abordar**

#### *Dimensión Diseñador Innovador*

**Estándares:** Los estudiantes usan una variedad de tecnologías dentro de un proceso de diseño para identificar y solucionar problemas auténticos creando soluciones nuevas, útiles o imaginativas (ISTE, 2016)

#### *Dimensión Comunicador Creativo*

**Estándares:** Los estudiantes se comunican claramente y se expresan creativamente para una variedad de propósitos usando las plataformas, herramientas, estilos, formatos y medios digitales apropiados a sus metas (ISTE, 2016).

Sobre el uso de las herramientas digitales los estudiantes:

- Utilizan la IA para realizar indagaciones y comparten material con los compañeros de forma colaborativa vía remota.
- Diseñan y crean material digital de la consolidación de la actividad y la publican en herramientas digitales generando así contenido de calidad y significativo cuidando siempre su reputación digital.
- Usan OVAS como padlet y otros medios para compartir información y recibir retroalimentación desde cualquier lugar donde se encuentre.

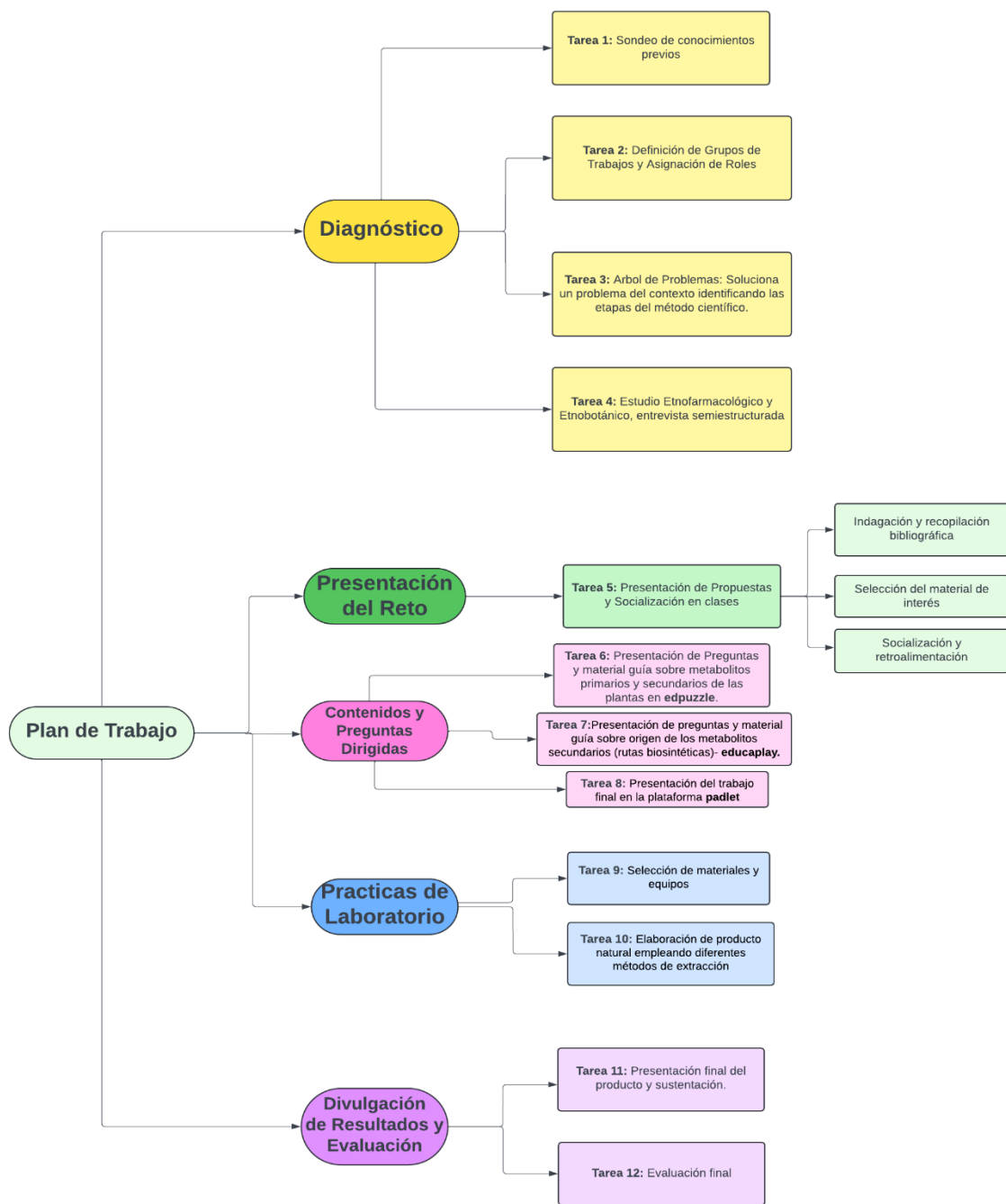
### **Estructura de la Secuencia o Estrategia Didáctica**

1. Diagnóstico de conocimientos previos
2. Definición de grupos de trabajo: los estudiantes crean grupos de trabajo y se asignan roles para llevar a cabo las actividades.
3. Árbol de problemas, etapas del método científico: soluciona un problema el entorno aplicando las etapas del método científico.
4. Estudio etnofarmacológico y etnobotánico: salida de campo y aplicación de entrevista semiestructurada sobre la identificación y usos de las plantas de interés de la región con potencial farmacológico y económico.
5. Análisis de la encuesta en Excel, elaboración de gráficos estadísticos.
6. Presentación del reto y desarrollo de propuestas para generar solución al reto, las propuestas serán publicadas en un padlet por grupos. También se socializarán en clase.
7. Se realizará Indagación, recopilación bibliográfica empleando IA, recursos TIC y preguntas dirigidas. Selección del material vegetal de interés.
8. Los estudiantes buscaran resolver un reto planteado por el docente, en la cual cada alumno asume un papel, de manera que se puede abordar el análisis y solución de un problema desde diferentes perspectivas y comprender las diversas interpretaciones de una misma realidad. Aprenden de un modo colaborativo jugando y experimentando, y el docente enseña reforzando el aprendizaje.

9. Presentación de preguntas y material guía sobre tipos de **metabolitos primarios y secundarios de las plantas- endpuzzle**
10. Presentación de preguntas y material guía sobre la importancia y métodos de extracción de metabolitos secundarios de las plantas- **educaplay**
11. Presentación de preguntas y material guía sobre origen de los metabolitos secundarios (rutas biosintéticas)- **educaplay**.
12. Presentación de propuesta final teniendo como base los conceptos previamente descritos- **Padlet**
13. Realizar prácticas y ensayos en el laboratorio usando materiales de fácil acceso: material vegetal, solventes orgánicos e inorgánicos, morteros y pistilos, horno, pulverizadores, hidro destilador, método de enfloración, etc.
14. Se realizará evaluación formativa, a lo largo de todo el proceso, donde se tendrán en cuenta las diferentes etapas de la actividad, así como los diferentes resultados que se están obteniendo, recopilación de evidencias en cada sesión de formación. Desarrollo de evaluación diagnóstica y evaluación final de resultados.
15. Los estudiantes deberán presentar un producto final ejemplo: como repelentes de plagas/insectos, controladores biológicos de microorganismos, elaboración de algún cosmético (crema, perfume, shampoo, jabón).
16. Como resultado de la práctica, deberán dar a conocer su producto en algún evento de divulgación y red social, **TikTok o YouTube**.

**Figura 21.**

*Diagrama de flujo del plan de trabajo a abordar en la secuencia didáctica.*



## Resultados y Análisis

La estrategia didáctica diseñada se implementó en cuatro cursos de octavo grado en la Institución Educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, ubicada en el municipio de Santa Rosa

de Osos, en el departamento de Antioquia. Se aplicó la estrategia siguiendo las pautas del Aprendizaje Basado en Retos (ABR). En los grupos **802 y 804**, la estrategia se medió con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), estos grupos conforman el grupo experimental. En los grupos **801 y 803**, que sirven como grupo control, la estrategia se aplicó sin la mediación de las TIC.

### **Árbol de Problemas**

Se elaboró junto a los estudiantes un árbol de problemas sobre las dificultades o situaciones difíciles más relevantes que encontraban en su contexto próximo, llámese hogar, barrio, municipio y/o departamento. Estos problemas identificados fueron de tipo ambiental, social y económico. Se identificaron de los problemas las causas y consecuencias, posteriormente los estudiantes debían proponer estrategias de solución para resolver dichos problemas.

Se identificaron dentro de los problemas ambientales; exceso de contaminación del suelo generada por las basuras, contaminación del aire y del agua, la deforestación, la caza ilegal de animales silvestres, la contaminación generada por las empresas lácteas o fábricas textiles de la región etc. Esto conlleva a que se aumente la pérdida de recursos naturales, que escaseen más los combustibles fósiles, aumento de CO<sub>2</sub> y la temperatura y de la atmosfera, extinción de especies animales y vegetales, calentamiento global y cambio climático.

Dentro de los problemas sociales se evidencian situaciones de discriminación, el consumo de sustancias psicoactivas, el acoso e inseguridad que viven los educandos en la cotidianidad, la falta de oportunidades para la educación superior, el racismo, por parte de los estudiantes, estos problemas aumentan y generan entornos hostiles donde puede predominar el Bullying, robos, la inestabilidad económica, feminicidio, homofobia, violaciones, adicción y dependencia de terceros lo cual puede llevar a propiciar maltrato intrafamiliar.

Con respecto a los problemas económicos se manifestó que en el municipio hacen falta fuentes de empleo y empresas, por lo cual parte de la población se ve obligada a migrar, también hay dificultad económica y pobreza, falta de recursos e inversiones, algunas familias carecen de sustento básico para alimentarse bien, estos problemas desencadenan desnutrición, indiferencia social, explotación laboral, la inflación de los recursos básicos.

Teniendo en cuenta dichos problemas se plantea ¿si desde la institución educativa es posible abordar dicha problemática fomentando estrategias académicas y didácticas innovadoras, que contribuyan al desarrollo social?

Es decir:

¿Cómo influye la implementación de una secuencia didáctica basada en el enfoque del Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la mejora de los conocimientos, competencias y actitudes de los estudiantes de educación básica secundaria en el área de biotecnología y fitoquímica, en la institución educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque ubicada en el municipio de Santa Rosa de Osos, departamento de Antioquia?

**Figura 22.**

*Árbol de problemas, identificación de las causas y consecuencias que originan los problemas ambientales, sociales y económicos del entorno.*



En relación a los resultados obtenidos en el sondeo de conocimientos previos, se observaron las siguientes diferencias entre los grupos: 802 y 804 grupo experimental en comparación con los grupos 801 y 803 grupo control.

## Sondeo de conocimientos previos sobre Metabolitos Primarios y Secundarios

### Saberes Conceptuales

- El estudiante estará en la capacidad de conocer aspectos fundamentales sobre metabolitos primarios y secundarios función, origen, características, diferencias y beneficios a nivel natural e industrial.
- El estudiante estará en la capacidad de reconocer la importancia del cuidado y preservación de la diversidad biológica.
- El estudiante estará en la capacidad de identificar las ventajas e importancia del uso de instrumentos de evaluación (listas de chequeo, rúbricas holísticas y analíticas, pruebas diagnósticas, entrevistas semiestructuradas y portafolio) para el seguimiento y mejoramiento de resultados o desempeños a alcanzar.

**Tabla 2.**

*Resultados Pre Test Diagnóstico y Pos Test, saberes conceptuales*

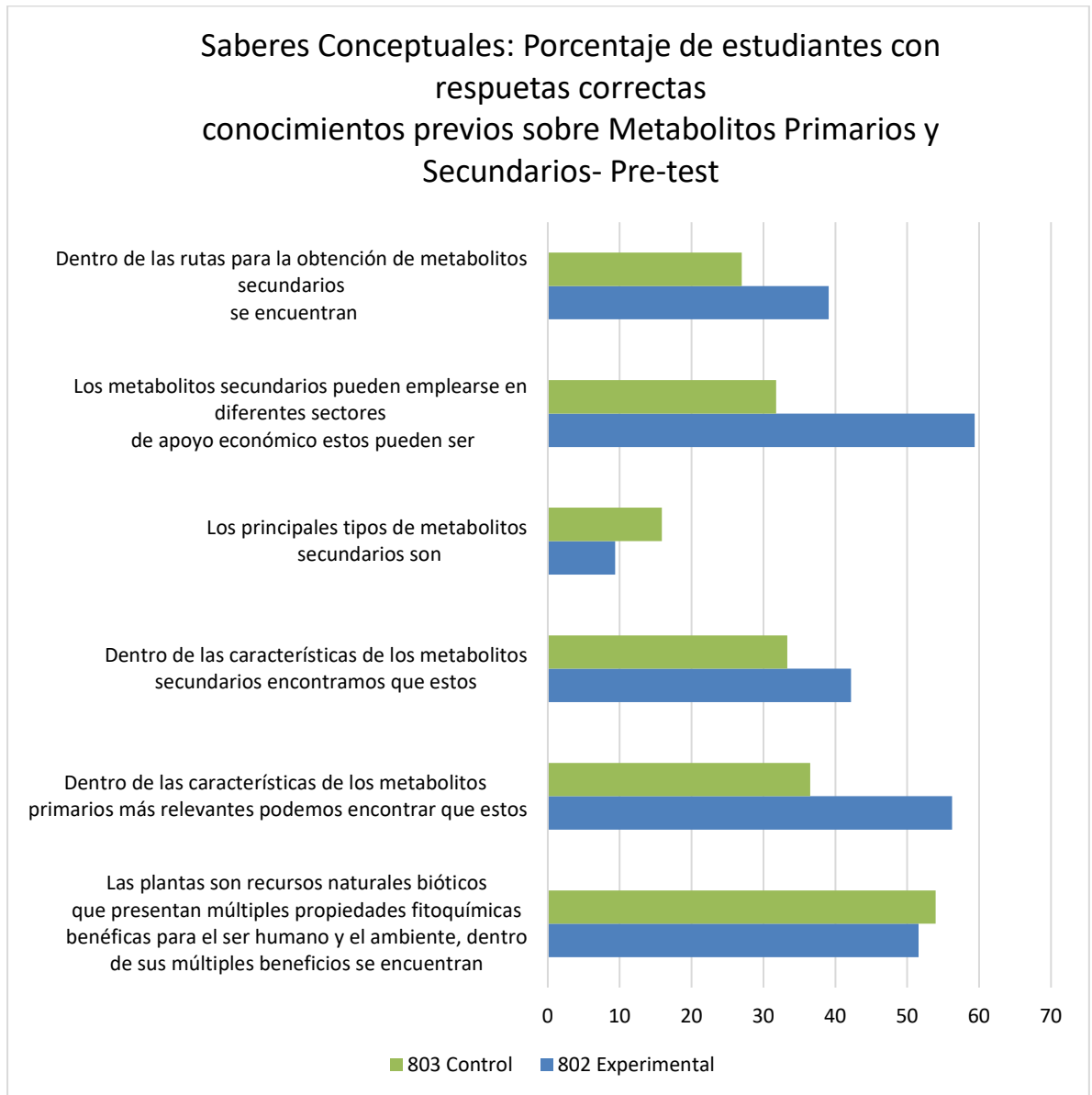
Pregunta	Opciones de respuesta	Grupos Experimentales 802 y 804 Pre Test	Grupos Control 801 y 803 Pre Test	Grupos Experimentales 802 y 804 Pos Test	Grupos Control 801 y 803 Pos Test
Las plantas son recursos naturales bióticos que presentan múltiples propiedades fitoquímicas benéficas para el ser humano y el ambiente, dentro de sus múltiples beneficios se encuentran	son útiles para la elaboración de productos industriales	14 %		2%	
	son útiles para la elaboración de productos que se pueden emplear en las diferentes industrias (farmacéutica, cosmética, agroecológica etc.) y también se utilizan como sustitutos de materia prima contaminante en diferentes sectores agroindustriales	52%	54%	91%	75%
	son fuente de alimentos y medicinas	25%	27%	3%	9%
	son empleados para la elaboración de cosméticos y alimentos entre otras características	6%	14%	5%	16%
	Otros	3%	5%		
Dentro de las características de los metabolitos primarios más relevantes podemos encontrar que estos	intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas generando carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas	56%	37%	66%	92%

	son importantes para funciones básicas como defensa contra plagas, desarrollo vegetativo, polinización de las plantas	17%	32%	19%	3%
	intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas	16%	21%	9%	3%
	intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción y defensa de las plantas	8%	11%	6%	2%
	Otros	3%			
Dentro de las características de los metabolitos secundarios encontramos que estos	intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas generando carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas	17%	37%	3%	16%
	son importantes para funciones básicas como defensa contra plagas, desarrollo vegetativo, polinización de las plantas	42%	33%	73%	70%
	intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas	11%	17%	17%	2%
	intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción y defensa de las plantas	30%	13%	6%	13%
	Otros				
Los principales tipos de metabolitos secundarios son	los carbohidratos (azúcares), proteínas (aminoácidos), lípidos (grasas y aceites), ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas importantes para la supervivencia de las plantas.	38%	37%	5%	8%
	los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos), compuestos azufrados como el azufre.	16%	19%	20%	16%
	los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos).	9%	16%	72%	70%
	los carbohidratos (azúcares), proteínas (aminoácidos), lípidos (grasas y aceites), ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas importantes para la supervivencia de las plantas, los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos).	36%	29%	3%	6%
	otro	2%			
Los metabolitos secundarios pueden emplearse en diferentes sectores de apoyo económico estos pueden ser	industria cosmética	3%	10%		
	industria alimentaria	17%	29%		5%
	industria farmacológica	6%	16%	2%	8%
	industria agroecológica	14%	14%	8%	
	Todas las anteriores	59%	32%	91%	88%
Dentro de las rutas para la obtención de metabolitos secundarios se encuentran	Ruta del ácido Mevalónico	6%	17%	5%	17%
	Ruta del ácido Shikimico		6%	9%	3%
	Ruta del acetato-Malonato	8%	14%	3%	9%
	Ruta del metabolismo de aminoácidos	47%	35%	6%	

Todas las anteriores	39%	27%	77%	70%
----------------------	-----	-----	-----	-----

**Figura 23.**

*Saberes Conceptuales: Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas conocimientos previos sobre Metabolitos Primarios y Secundarios Pre test.*



## **Resultados pre test-conocimientos previos sobre metabolitos primarios y secundarios**

Todos los grupos, tanto control como experimental, no sobrepasan en responder ninguna de las preguntas correctamente más del 60% de los estudiantes del grupo.

En las preguntas 1, 2 y 5 los grupos experimental tiene porcentajes un poco más altos en respuestas correctas que los grupos control, pero en la 3, 4 y 6 están muy parecidos. Podría decirse que el grupo experimental empieza un poco mejor que el grupo control.

Evidenciamos que en el grupo experimental la mayoría de los estudiantes el 52% comprenden o intuyen la utilidad de las plantas en las diferentes industrias lo que quiere decir que dimensionan en su mayoría el impacto que pueden generar con respecto al uso de las plantas para la humanidad mientras que en el grupo control la mayoría de estudiantes el 54% comprenden la importancia y aplicación de las plantas, pero no dimensionan las diferentes áreas e industrias en que estas pueden ser de utilidad, se evidencia gran heterogeneidad en los conocimientos de ambos grupos.

Tanto en el grupo experimental como en el grupo control la mayoría de los estudiantes intuyen o comprenden e identifican cuales son las características de los metabolitos primarios, sin embargo, un porcentaje significativo 64% aún no lo tiene una comprensión clara, lo cual evidencia la heterogeneidad en los conocimientos de ambos grupos, esta falta de claridad puede deberse posiblemente a la novedad del tema.

La mayoría de los estudiantes del grupo experimental 42% identifican las características principales de los metabolitos secundarios, sin embargo, este valor evidencia que menos del 50% tienen idea y comprenden algunos aspectos del tema, por otra parte, el grupo control arroja resultados poco significativos y heterogéneos con respecto a las principales características de los metabolitos secundarios lo que indican que no lo tienen claro.

Ambos grupos no tienen claro cuáles son los principales tipos de metabolitos secundarios, los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos). Hay mucha heterogeneidad en las respuestas. El grupo experimental arrojó un resultado de 9% y grupo control de 16% los cuales fueron los resultados mas bajos obtenidos entre las diferentes preguntas aplicadas.

Sobre si los metabolitos secundarios pueden emplearse en diferentes sectores industriales, el grupo experimental en su mayoría 60% tiene claro el rol e importancia de las plantas en diferentes industrias. El grupo control tiene menos idea sobre el tema y su relevancia, hay mucha heterogeneidad de las respuestas, sin embargo, para que la respuesta sea significativa a nivel grupal se debe fortalecer el tema sobre la aplicación y uso de las plantas y sus derivados en los diferentes sectores para que los estudiantes comprendan la trascendencia e importancia a nivel de fortalecimiento en las diferentes industrias.

Tanto el grupo experimental 39% como el grupo control 27% muestran evidencias significativas con respecto a la falta de conocimiento sobre obtención de metabolitos secundarios siguiendo las diferentes vías metabólicas.

Sobre la importancia del cuidado de las plantas y su conservación se entiende que es importante porque al preservar la diversidad biológica de flora se tienen recursos genéticos para impulsar la bioeconomía y el desarrollo sostenible del país, más que solo centrarse en el cuidado y preservación y mantener actualizada la información sobre los recursos cabe la pena destacar para los estudiantes la importancia de la flora como apoyo al fortalecimiento de la bioeconomía, mostrar esta como una oportunidad de emprendimiento y bionegocios manteniendo la sostenibilidad de los recursos y el medio ambiente pues nuestro planeta lo necesita. Se debe hacer énfasis en este ítem ya que no se tiene claro el impacto del recurso biológico a nivel general.

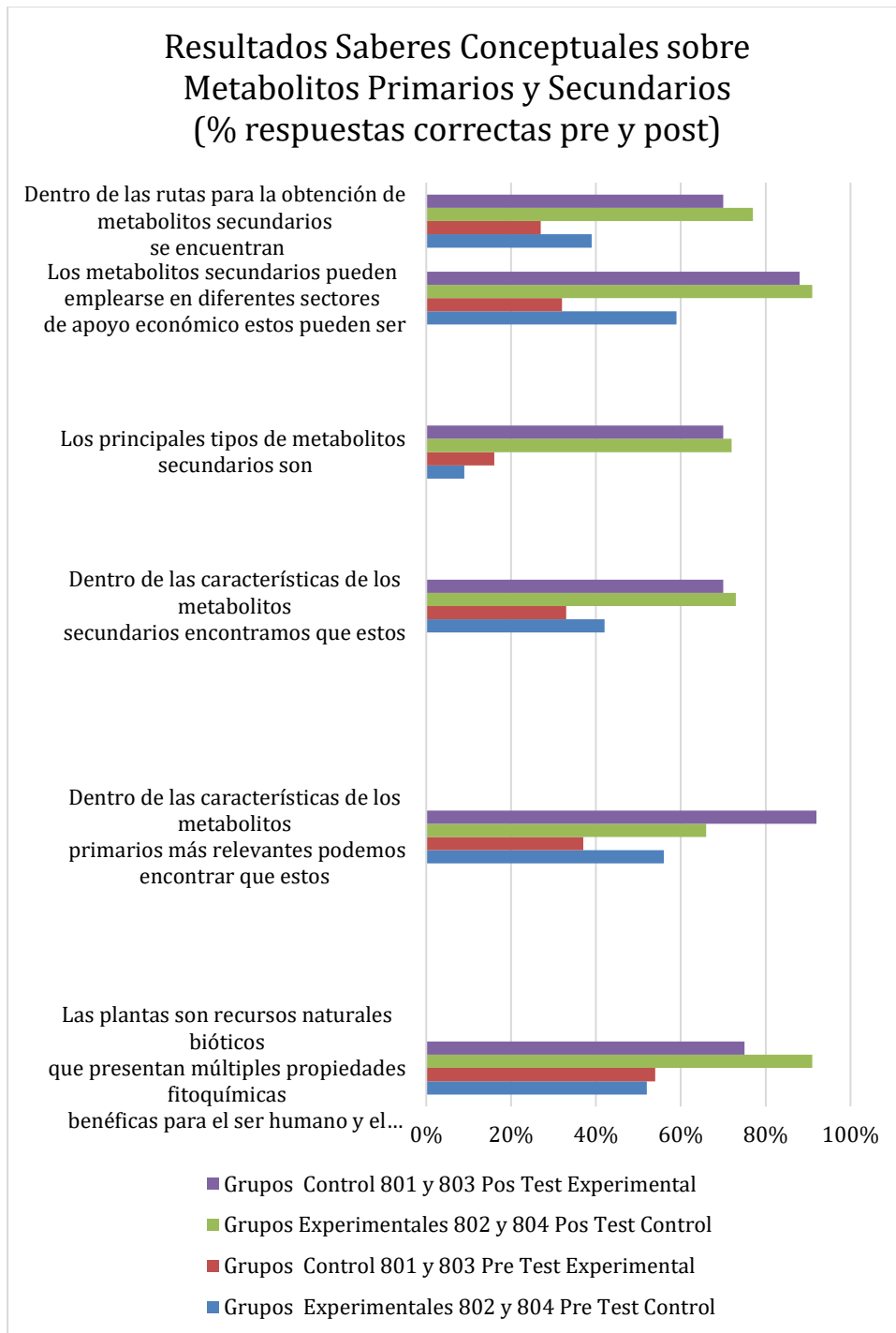
## **Resultados y Análisis Pos Test**

**Saberes conceptuales:** los estudiantes aumentaron sus conocimientos acerca de los beneficios y aplicación de metabolitos secundarios a nivel industrial con unos resultados del 91% en el grupo experimental y 75% en el grupo control; en cuanto a los conocimientos sobre la función de los metabolitos primarios hubo un aumento significativo de los conocimientos, del 66% en el grupo experimental y 92% en el grupo control. Sobre las características de los metabolitos secundarios también hubo una ganancia de conocimientos del 73% en el grupo experimental y 70% en el grupo control. Los estudiantes comprendieron además que los metabolitos secundarios pueden ser empleados en las diversas industrias como la farmacéutica, cosmética, agrícola y alimenticia, el resultado obtenido fue del 91% del grupo experimental y del 88% en el grupo control. También hubo un incremento de conocimientos del 77% en el grupo experimental y 70% e el grupo control sobre la

apropiación de conocimientos sobre las diversas rutas metabólicas que intervienen en la fabricación de dichos compuestos químicos por parte de las plantas.

**Figura 24.**

*Saberes Conceptuales: Comparativo Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas Test pre y Test post.*



Se puede evidenciar en el gráfico anterior que hubo un aumento de conocimientos por parte de los estudiantes después de aplicada la estrategia didáctica experimental mediada por las TIC, los resultados indican que se obtuvieron mayores resultados en el grupo experimental con respecto al grupo control, lo cual demuestra la importancia o relevancia de las TIC, en la mediación de los aprendizajes conceptuales.

### Saberes Procedimentales

- El estudiante estará en la capacidad de identificar y aplicar las etapas del método científico por medio del aprendizaje basado en retos para proponer alternativas de solución de un problema del contexto real.
- El estudiante estará en la capacidad de reconocer herramientas y elementos de laboratorio e implementar métodos de extracción de metabolitos secundarios con fines experimentales.
- El estudiante estará en la capacidad de aplicar instrumentos de evaluación y recolección de datos.

**Tabla 3.**

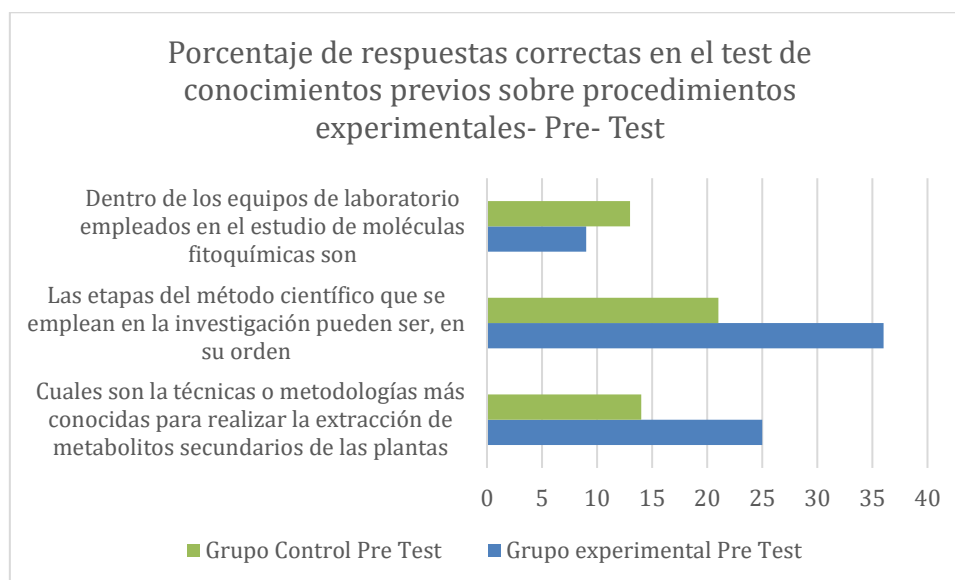
*Resultados Pre Test Diagnóstico y Pos Test, saberes procedimentales*

Pregunta	Opciones de respuesta	Grupos Experimentales 802 y 804 Pre Test	Grupos Control 801 y 803 Pre Test	Grupos Experimentales 802 y 804 Pos Test	Grupos Control 802 y 804 Pos Test
Cuales son la técnicas o metodologías más conocidas para realizar la extracción de metabolitos secundarios de las plantas	destilación por arrastre de vapor, Enfloración, maceración, extracción mecánica, extracción por solubilidad, extracción por deshidratación y pulverización.	25%	14%	58%	77%
	destilación por arrastre de vapor, Enfloración, maceración.	14%	10%	9%	
	extracción mecánica, extracción por solubilidad, extracción por deshidratación y pulverización.	11%	19%	6%	3%
	destilación por arrastre de vapor, Enfloración, maceración, extracción mecánica, extracción por solubilidad, extracción por deshidratación y pulverización, técnicas microbiológicas y por análisis fisicoquímicos.	50%	8%	5%	20%
	otro		2%	22%	
Las etapas del método científico que se emplean	observación, planteamiento de la pregunta, análisis y conclusión.	13%	19%	2%	

en la investigación pueden ser, en su orden	observación, pregunta de investigación, indagación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados, conclusión y divulgación.	36%	21%	84%	80%
	observación, pregunta de investigación, experimentación, análisis de resultados, conclusión y divulgación.	34%	6%	6%	6%
	observación, pregunta de investigación, indagación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados, conclusión.	17%	6%	5%	14%
	otro			5%	
Dentro de los equipos de laboratorio empleados en el estudio de moléculas fitoquímicas son	hidro destiladores, hornos, pulverizadores	9%	13%	33%	17%
	hidro destiladores, hornos, pulverizadores, soluciones	30%	14%	19%	22%
	hornos, pulverizadores, soluciones	16%	10%	23%	61%
	hidro destiladores, hornos, pulverizadores, soluciones, matraces, pipetas, embudos etc.,	44%	16%	5%	
	otro	2%		20%	

**Figura 25.**

*Saberes Procedimentales: Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas sobre procedimientos experimentales Pretest.*



### Resultados pre test-conocimientos previos sobre procedimientos experimentales

Ambos grupos experimental y control no superan el 36% de respuestas correctas en el test diagnóstico, la respuesta más baja fue del 9% sobre las técnicas o métodos de extracción de metabolitos secundarios.

En esta ocasión los grupos experimental y control inician con porcentajes muy bajos de respuestas correctas.

Ambos grupos demuestran pocas habilidades sobre el conocimiento y manejo de las técnicas convencionales más conocidas para realizar la extracción de metabolitos secundarios de las plantas, los resultados obtenidos fueron del 14% en el grupo control y 25% en el grupo experimental.

En el grupo experimental el 36% de los estudiantes tienen claras las etapas del método científico mientras que el grupo control arroja unos resultados del 21%, lo cual indica que la mayoría de los estudiantes no tienen claras las etapas del método científico. Por tanto, se deben buscar estrategias para reforzar el tema en busca de la homogeneidad de los conocimientos y dominio de los mismos, se debe procurar hacer énfasis en la aplicación de las diferentes etapas del método científico.

Los estudiantes en ambos cursos no tienen claridad sobre las diferencias entre equipos, materiales y elementos, no hay conocimiento sobre cuáles son los equipos de laboratorio empleados en el estudio de moléculas fitoquímicas el porcentaje de respuestas correctas fue del 9% en el grupo experimental y el 13% en el grupo control, esto evidencia la falta de conocimiento y claridad con respecto al tema planteado.

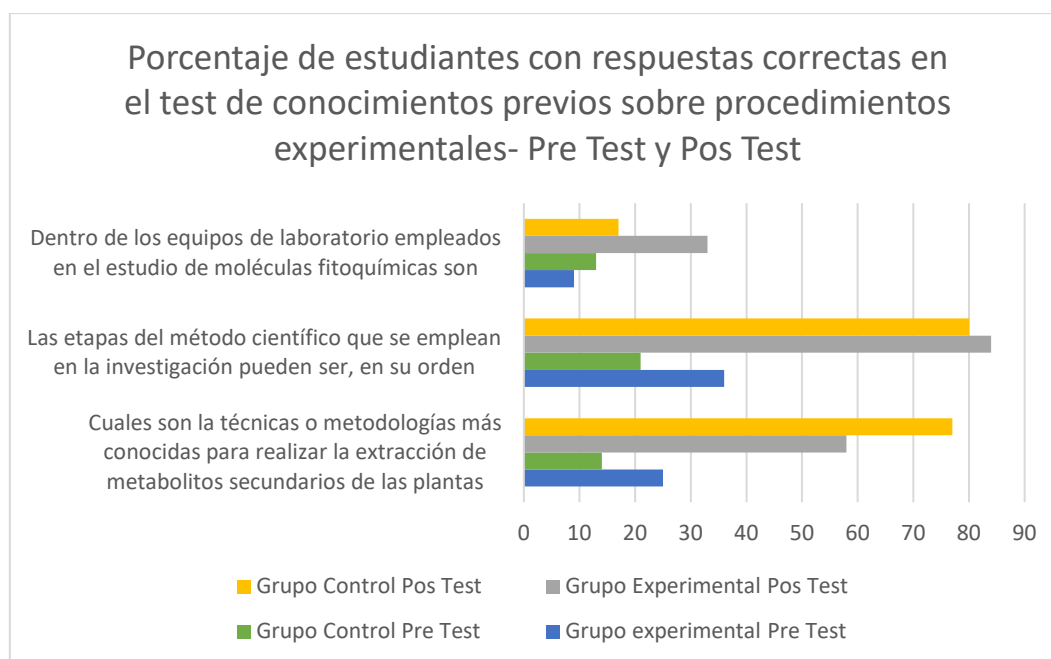
### **Resultados y Análisis Pos Test**

**Saberes procedimentales:** los estudiantes apropiaron conocimientos sobre los diferentes métodos convencionales para la extracción de metabolitos secundarios hubo un aumento significativo en las respuestas acertadas entre 58% para el grupo experimental y un 77% para el grupo control, en cuanto a las etapas del método científico los estudiantes comprendieron el orden lógico de aplicación de las diferentes etapas del método, aumentando su conocimiento y dominio del tema en los siguientes porcentajes 84% para el grupo experimental y 80% para el grupo control. En cuanto a los materiales y equipos de laboratorio usados durante la práctica se puede evidenciar que no hubo muchos cambios significativos en la apropiación de este conocimiento los resultados obtenidos fueron del 33% para el grupo experimental y 17% para el grupo control, esto posiblemente a que era la primera vez que los estudiantes tenían acercamiento con los equipos y elementos y el tiempo de empleo y uso de

los mismos fue muy limitado y escaso, demostrando que no se distingue entre un elemento y otro.

## Figura 26.

*Saberes Procedimentales: Comparativo Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas Test pre y Test post.*



En esta sección se obtuvieron mayores resultados en el grupo experimental en cuanto a la apropiación de las etapas del método científico y reconocimiento de equipos y elementos de laboratorio, sin embargo, los resultados no marcan diferencia significativa con el grupo control que también obtuvieron buenos resultados en estos ítems. En cuanto a los métodos de extracción de metabolitos secundarios el mayor porcentaje en los resultados se obtuvo en el grupo control con respecto al grupo experimental, lo cual traza una ventaja en este saber la aplicación de estrategias tradicionales con respecto a las innovadoras. Lo que quiere decir que ambos métodos se complementan muy bien y responden a los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes.

### Saberes Actitudinales

- El estudiante deberá contar con disposición para colaborar, fortaleciendo sus actitudes y valores.

- El estudiante estará en capacidad de asumir una postura ética y responsable con los recursos naturales.
- El estudiante estará en la capacidad de sentir curiosidad, despertar pasión, relevancia hacía el estudio de las ciencias al reconocer su importancia de forma crítica.
- El estudiante estará en capacidad de realizar trabajo en equipo y mejorar habilidades del siglo XXI como las comunicativas.

**Tabla 4.**

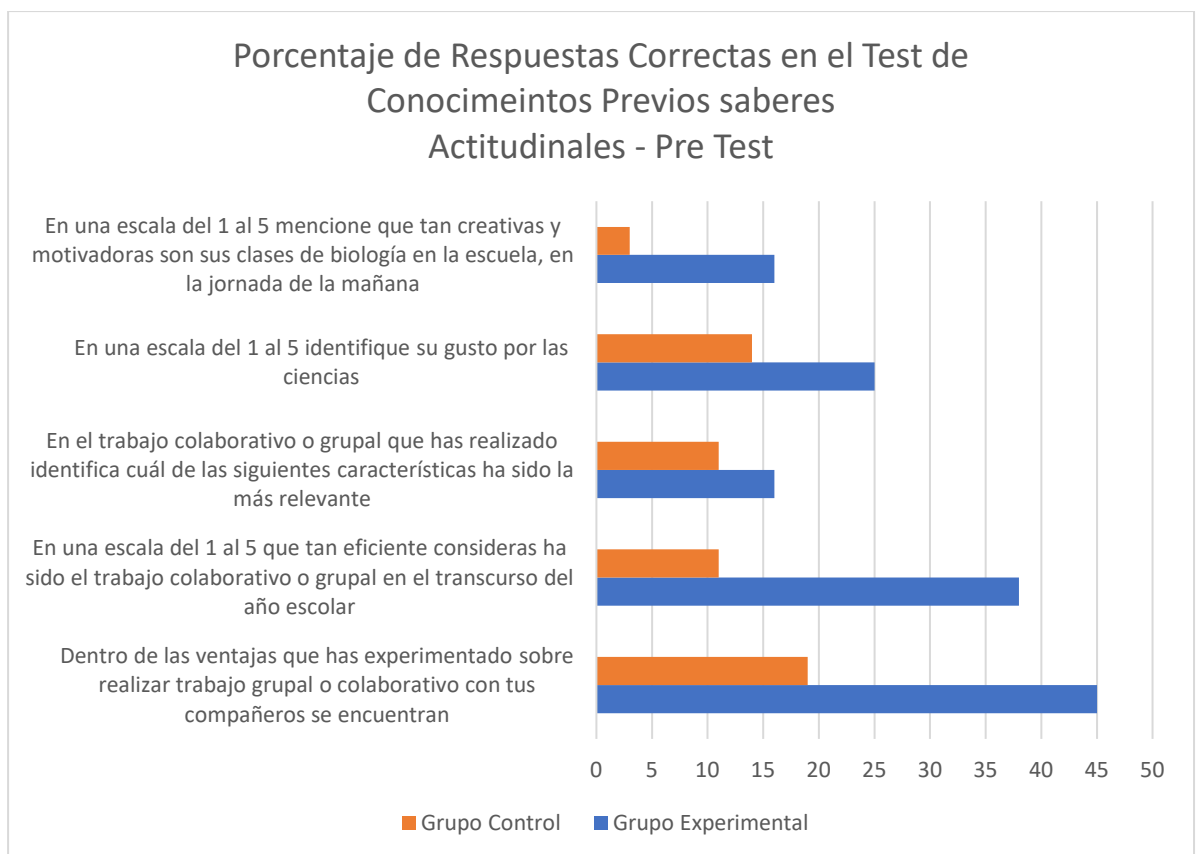
*Resultados Pre Test Diagnóstico y Pos Test, saberes actitudinales*

Pregunta	Opciones de respuesta	Grupos Experimentales 802 y 804 Pre Test	Grupos Control 801 y 803 Pre Test	Grupos Experimentales 802 y 804 Pos Test	Grupos Control 802 y 804 Pos Test
Dentro de las ventajas que has experimentado sobre realizar trabajo grupal o colaborativo con tus compañeros se encuentran	más rapidez y apoyo en la realización de tareas	45%	19%	61%	78%
	ninguna pues siempre recargan a uno o dos estudiantes de todas las actividades y lo demás no hacen nada	9%	8%	14%	8%
	mayor comprensión de la temática a desarrollar	23%	16%	6%	11%
	mayor comunicación	20%	6%	19%	3%
	Otro	2%	3%		
En una escala del 1 al 5 que tan eficiente consideras ha sido el trabajo colaborativo o grupal en el transcurso del año escolar	Excelente	38%	11%	44%	16%
	Sobresaliente	34%	14%	23%	30%
	Regular	23%	25%	13%	48%
	Bajo	5%		11%	6%
	Nulo		2%	9%	
En el trabajo colaborativo o grupal que has realizado identifica cuál de las siguientes características ha sido la más relevante	se culminan las tareas a tiempo con resultados exitosos	16%	11%	22%	13%
	cada estudiante asume una actividad que contribuye con la elaboración del trabajo final	23%	8%	56%	47%
	se tienen en cuenta las ideas o aportes por cada uno de los miembros del equipo	41%	27%	17%	22%
	no se tienen en cuenta las ideas o aportes por cada uno de los miembros del equipo, solo predominan las ideas de uno o los representantes	13%	2%	3%	6%
	no se culminan las tareas a tiempo, pues no todos los miembros del equipo colaboran	8%	5%	2%	13%
	Mucho	25%	14%	41%	36%

En una escala del 1 al 5 identifique su gusto por las ciencias	Sobresaliente	25%	17%	30%	41%
	Medio	38%	17%	17%	20%
	Bajo	11%	3%	5%	3%
	otro	2%		8%	
En una escala del 1 al 5 mencione que tan creativas y motivadoras son sus clases de biología en la escuela, en la jornada de la mañana	Mucho, son mis favoritas	16%	3%	19%	28%
	Sobresalientes, siempre estoy motivado y con ganas de entrar a clases, pero hay otras áreas que me gustan mas	48%	16%	66%	45%
	Regulares, a veces me aburro	25%	24%	13%	27%
	Bajos, deben mejorar	8%	6%	3%	
	otro	3%	3%	61%	78%

**Figura 27.**

*Conocimientos previos Saberes Actitudinales: Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas Pretest.*



En ambos grupos se encuentra mucha heterogeneidad sobre respuestas obtenidas, en cuanto a la creatividad y motivación que los estudiantes encuentran en clases de biología se

observa que para ellos el trabajo en equipo representa una mayor rapidez y apoyo en la realización de actividades, el grupo experimental con 45% y el grupo control 19%.

En cuanto a la eficacia del trabajo colaborativo los mayores resultados se evidencian que el grupo experimental el 38% de estudiantes considera que este ha sido excelente y el 34% sobresaliente, en cuanto al grupo control el 11% de los estudiantes considera este como excelente y el 14% como sobresaliente. Siendo estos niveles bajos en cuanto a la importancia que debe representar el trabajo colaborativo.

El grupo experimental en un porcentaje del 16% y el grupo control con un 11% sustentan que el trabajo colaborativo ayuda a culminar los trabajos a tiempo, mientras que un 23% del grupo experimental considera que en el trabajo colaborativo cada estudiante asume una actividad que contribuye a la elaboración del trabajo final, el 8% en el grupo control. Dándole mayor relevancia a este último aspecto.

En cuanto al gusto por las ciencias en el grupo experimental hay mucho gusto por las ciencias en un 25%, sobresaliente 25% y un gusto medio el 38%, mientras que en el grupo control el máximo gusto es del 14%, un gusto sobresaliente es del 17% y gusto medio del 17%, lo cual nos demuestra que en el grupo experimental hay mayor gusto por las ciencias.

En cuanto a la creatividad y motivación que los estudiantes experimentan en sus clases de biología en el grupo experimental el 16% las consideran excelentes y favoritas y en el grupo control solo el 3%, en esta pregunta con un valor del 48% de estudiantes en el grupo experimental consideran el gusto por el área en sobresaliente, y el 16% en el grupo control, lo cual indica que en su mayoría a los estudiantes les gusta la asignatura pero tienen otras de preferencia, por lo cual debe reforzarse el trabajo investigativo y práctico del área, hacerlo más ameno e interesante para despertar el gusto por esta a los jóvenes.

### **Resultados y Análisis Pos Test Saberes actitudinales**

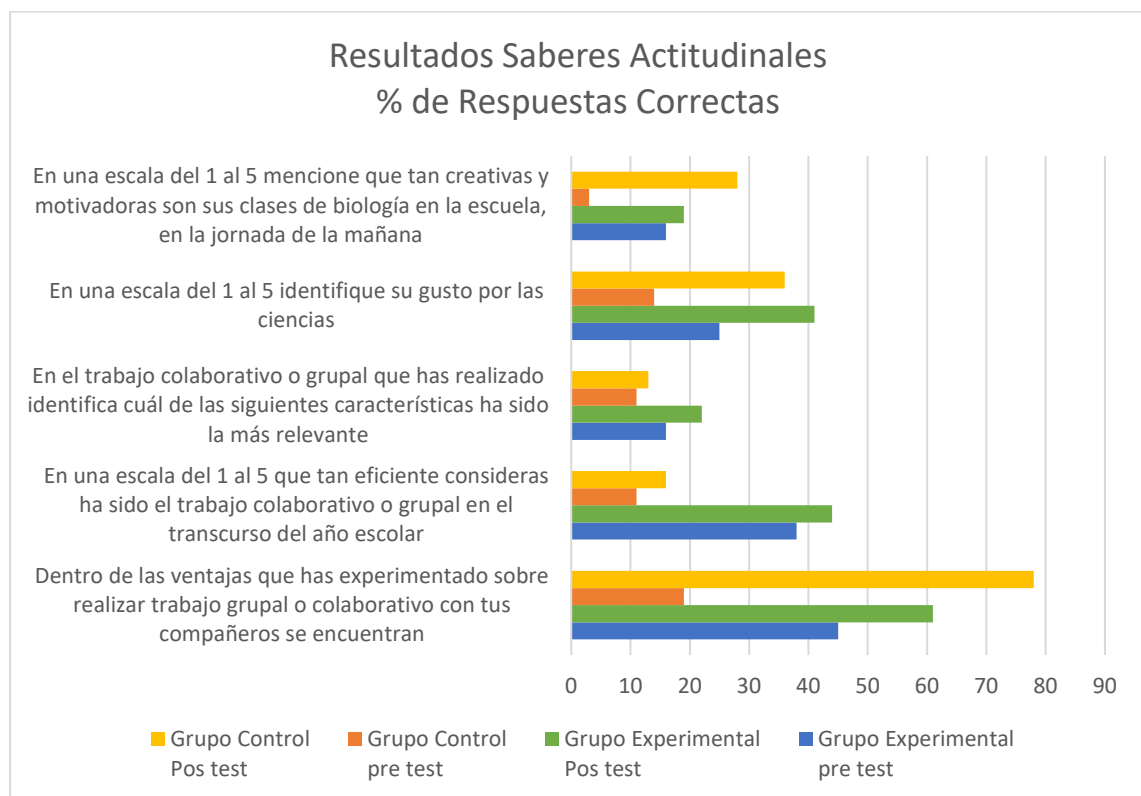
Dentro de los resultados obtenidos se demuestra que una vez aplicada la secuencia didáctica mediada por TIC los estudiantes aumentaron habilidades de comunicación y trabajo en equipo en cuanto a que hay más rapidez y apoyo en la realización de tareas cuando se hacen grupales que individuales, este tuvo un promedio de aumento entre el 61% grupo

experimental y 78% grupo control. Los estudiantes que consideran que el trabajo colaborativo es excelente van del 44% grupo experimental, mientras que no hubo cambios significativos para el grupo control en esta categoría.

El 56% y 47% están de acuerdo en que el trabajo colaborativo refuerza y apoya la elaboración del trabajo final debido a que cada estudiante asume una actividad determinada y se responsabiliza de ella, sin embargo, a todos los grupos no les fue muy bien en esta categoría por lo cual se sugiere realizar estrategias para fortalecer estas habilidades. En cuanto a la identificación por parte de los estudiantes sobre el gusto por las ciencias esta va de excelente a sobresaliente, aumentó un porcentaje mínimo para el grupo experimental el 41% y para el grupo control el 36%, para la mayoría de los estudiantes las ciencias no es su prioridad o vocación, por lo cual urge aumentar el gusto por las mismas. En cuanto a la creatividad y motivación encontramos que este aumento de 19% en el grupo experimental a 28% en el grupo control, lo cual no es un aumento significativo.

**Figura 28.**

*Comparativo Saberes Actitudinales: Porcentaje de estudiantes con respuestas correctas Pretest y Postest.*



## **Ganancia Efectiva Promedio**

La ganancia efectiva promedio, conocida también como el factor de Hake, es una medida utilizada en el ámbito de la educación para evaluar la eficacia del aprendizaje en un curso o programa educativo. Fue desarrollada por el físico Richard Hake y se utiliza comúnmente en la enseñanza de la física y otras ciencias.

El factor de Hake se define como la razón del aprendizaje real logrado por los estudiantes al aprendizaje máximo posible. Se calcula utilizando las puntuaciones de los estudiantes en pruebas de diagnóstico realizadas antes y después de la instrucción. La fórmula para el factor de Hake es la siguiente:

$$g = \frac{\langle \text{puntuación posterior} \rangle - \langle \text{puntuación previa} \rangle}{100\% - \langle \text{puntuación previa} \rangle}$$

Este factor varía entre 0 y 1:

- Un valor de 0 a 0.3 se considera una ganancia baja
- Entre 0.3 a 0.7 ganancia media
- Entre 0.7 a 1.0 ganancia alta
- Un valor de 1 indica una mejora completa, es decir, los estudiantes lograron todo el aprendizaje posible.

El factor de Hake permite comparar la efectividad de diferentes métodos de enseñanza o intervenciones educativas de manera cuantitativa. Por ejemplo, un curso con un factor de Hake alto implica que el método de enseñanza utilizado es efectivo para mejorar el conocimiento de los estudiantes, mientras que un factor bajo sugiere que se necesita mejorar el enfoque pedagógico.

## **Comparación entre Grupo Experimental y Grupo Control**

### **Saberes Fácticos o conceptuales**

- **Grupo Experimental:** 0.61

- **Grupo Control:** 0.68
- **Análisis:** El grupo control obtuvo una ganancia ligeramente mayor (0.68 vs 0.61) en conocimientos fácticos, sugiriendo que los métodos tradicionales fueron más efectivos que la intervención experimental para este tipo de conocimiento.

#### **Saberes Procedimentales**

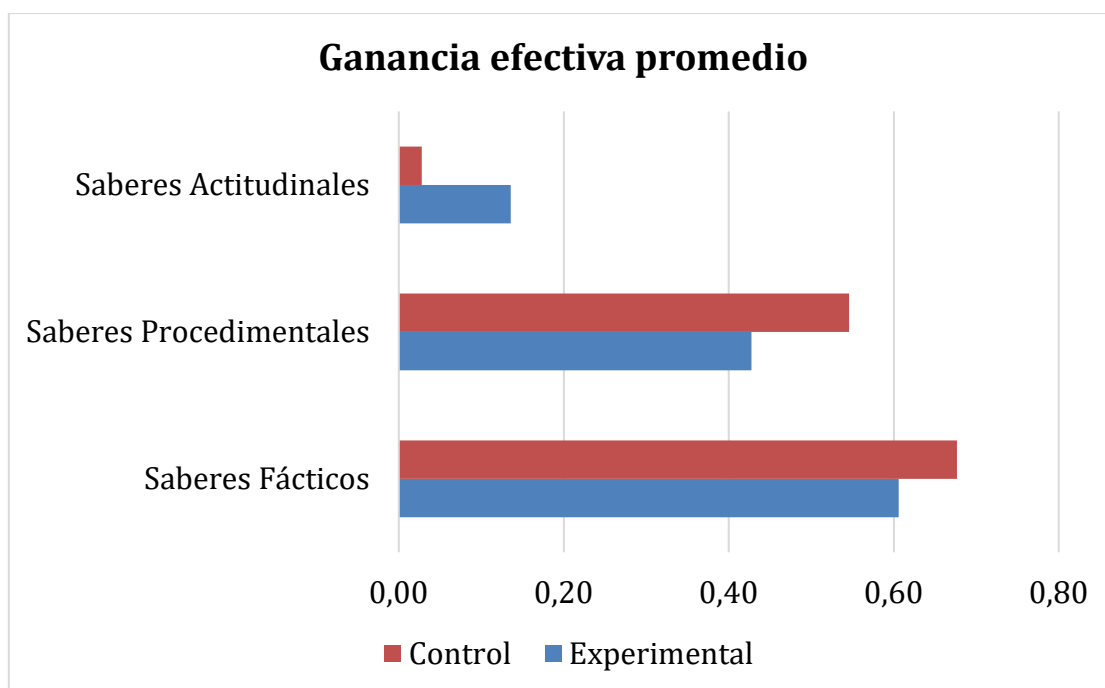
- **Grupo Experimental:** 0.43
- **Grupo Control:** 0.55
- **Análisis:** El grupo control también superó al grupo experimental en conocimientos procedimentales (0.55 vs 0.43). Esto indica que los métodos tradicionales fueron más efectivos para enseñar habilidades y métodos.

#### **Saberes Actitudinales**

- **Grupo Experimental:** 0.14
- **Grupo Control:** 0.03
- **Análisis:** En este caso, el grupo experimental tuvo una ganancia significativamente mayor que el grupo control (0.14 vs 0.03) en conocimientos actitudinales. Aunque ambas ganancias son bajas, la intervención experimental fue más efectiva que los métodos tradicionales para influir en actitudes y valores.

#### **Figura 29.**

*Consolidado de la Ganancia Efectiva promedio para cada uno de los saberes considerados en la secuencia didáctica.*



### **Estudio Etnobotánico de la Región: Resultados**

Se hizo un estudio etnobotánico y etnofarmacológico de las plantas medicinales del municipio Santa Rosa de Osos en Antioquia, el estudio de las plantas más potencialmente activas y reconocidas para la elaboración de productos derivados como por ejemplo medicamentos, cosméticos, alimentos, tinturas entre otros. Con dicha investigación se busca registrar la mayor información sobre lo etnobotánico y etnofarmacológico de la región, con el fin de rescatar y evidenciar tradiciones.

Dicho estudio es importante pues busca establecer como la gente de una cultura y región hace uso de las plantas nativas, a fin de coadyuvar a que este conocimiento perdure en el tiempo, pero también resulta importante para la realización de estudios farmacológicos, cosméticos, alimenticios u otros relacionados con plantas (Molina, 2021).

Por otro lado, dicha estrategia también acerca a los jóvenes a los métodos de recolecta de información en investigación, les ayuda a comprender cómo a partir de los derivados de las plantas se pueden elaborar diferentes productos que sirven para aliviar y curar enfermedades o que por otra parte contribuyen a la bioeconomía de los individuos que los producen. Además, la estrategia relaciona a los estudiantes con conceptos botánicos de las

plantas como son los hábitos de crecimiento, tipos de plantas y sus características fisiológicas y morfológicas.

**Tabla 5.**

*Inventario de plantas de uso medicinal y alimenticio del municipio de Santa Rosa de Osos - Antioquia.*

Nombre científico de la planta	Nombre común de la planta	Hábito de crecimiento	Ciclo vital	Usos	Cantidad
<i>Solanum phureja</i>	Papa Criolla	Hierba	Anual	Alimenticio y medicinal	1
<i>Apium graveolens</i>	Apio	Hierba	Bianual	Alimenticio y medicinal	6
<i>Calendula officinalis</i>	Caléndula	Hierba	Anual	Alimenticio, medicinal, cosmético, tintóreo	3
<i>Melissa officinalis</i>	Cidrón	Hierba	Perenne	Medicinal	1
<i>Passiflora tripartita</i>	Curuba	Hierba	Perenne	Alimenticio, frutal y medicinal	1
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Árbol	Perenne	Medicinal	3
<i>Mentha spicata</i>	Hierba Buena	Hierba	Perenne	Alimenticio y medicinal	2
<i>Astragalus casei</i>	Hierba de Casey	Hierba	Perenne	Medicinal y tintóreo	1
<i>Cymbopogon citratus</i>	Limoncillo	Hierba	Perenne	Medicinal	5
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamón, mamoncillo, Chupones	Árbol	Perenne	Alimenticio, frutal, medicinal y cosmético	1
<i>Citrus reticulata</i>	Mandarina	Árbol	Perenne	Frutal	1
<i>Malus domestica</i>	Manzana	Árbol	Perenne	Alimenticio y medicinal	1
<i>Matricaria recutita</i>	Manzanilla	Hierba	Anual	Alimenticio, medicinal y cosmético	5
<i>Vaccinium meridionale</i>	Mortiño	Hierba	Perenne	Alimenticio, frutal y medicinal	1
<i>Origanum vulgare</i>	Orégano	Hierba	Perenne	Alimenticio y medicinal	2
<i>Phalaenopsis spp</i>	Orquídea	Hierba	Perenne	Medicinal y cosmético	1
<i>Solanum tuberosum</i>	Papa	Hierba	Perenne	Alimenticio y medicinal	1
<i>Viola x wittrockiana</i>	Pensamiento	Hierba	Perenne	Medicinal	1
<i>Petroselinum crispum</i>	Perejil	Hierba	Bianual	Alimenticio y medicinal	1

<i>Rosmarinus officinalis</i>	Romero	Semiarbusto	Perenne	Alimenticio y medicinal	4
<i>Rosa × hybrida</i>	Rosas	Semiarbusto, arbusto	Bianual y Perenne	Cosmético	1
<i>Ruta graveolens</i>	Ruda	Hierba	Perenne	Medicinal	1
<i>Aloe vera</i>	Sábila	Hierba	Perenne	Medicinal y cosmético	2
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de árbol	Árbol	Perenne	Alimenticio y frutal	1
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria	Hierba	Bianual	Alimenticio y medicinal	1

En el presente estudio se presenta un análisis descriptivo de algunas plantas representativas de la región a través de una entrevista semiestructurada, donde se evidencia su utilización como plantas medicinales cuya descripción fue obtenida de los pobladores, campesinos, amas de casa, curanderos de la región, también se tuvo en cuenta que las personas fueran oriundas de la región o tuvieran mucho tiempo viviendo en la zona y pudieran dar cuenta del uso de las plantas nativas.

Es un estudio descriptivo porque se describió la utilización de plantas medicinales por pobladores, como uso terapéutico, forma de preparación, parte utilizada etc.

Se utilizó el programa Excel para organizar toda la información según el uso terapéutico de la planta, las afecciones a tratar, formas de preparación y las partes utilizadas de las especies vegetales medicinales y para validar los datos se realizaron consultas en internet para verificar correlaciones y veracidad de la información.

Teniendo en cuenta el estudio realizado, la comunidad coincidió en que las plantas de mayor uso son el apio, limoncillo, manzanilla y el romero y los usos más frecuentes son medicinal, alimenticio seguido de usos cosméticos.






#### **Tabla 6.**

*Usos terapéuticos de cada especie vegetal del municipio de Santa Rosa de Osos Antioquia.*

<b>Nombre científico de la planta</b>	<b>Uso medicinal tradicional</b>	<b>Forma de uso</b>	<b>Parte de la planta que utiliza</b>	<b>Imagen</b>
---------------------------------------	----------------------------------	---------------------	---------------------------------------	---------------

<i>Solanum phureja</i>	1. Reduce toxinas	1.1 Decocción		
	2. Nutre la piel	2.1 Baño	Tallo, tubérculo	
	3. Gastritis	3.1 Macerado		
<i>Apium graveolens</i>			1.2 Tallo y hojas	
			2.2 Tallo y hojas	
	1. Dolor de estómago	1.1 Decocción	3.2 Flores	
	2. Heridas	2.1 Baños	4.2 Tallo y hojas	
	3. Artritis	3.1 Baños	5.2 Tallo y hojas	
	4. Prevención de infartos	4.1 Decocción	6.2 Tallo y hojas	
	5. Inflamación del estómago	5.1 Infusión	7.2 Tallo y hojas	
	6. Bajar de peso	6.1 Infusión	8.2 Hojas	
	7. Colesterol	7.1 Infusión	9.2 Tallo y hojas	
	8. Presión sanguínea	8.1 Infusión	10.2 Tallo y hojas	
	9. Problemas respiratorios	9.1 Baño	11.2 Tallo	
	10. Obesidad	10.1 Baño	12.2 Tallo y Hojas	
11. Mala digestión	11.1 Decocción			
12. Cólicos	12.1 Infusión			
<i>Calendula officinalis</i>	1. Curar heridas			1.2 Tallos y flores
	2. Erupciones cutáneas	1.1 Baño		2.2 Flores
	3. Infecciones-inflamaciones	2.1 Infusión		3.2 Hojas
	4. Problemas en la piel	3.1 Macerados		4.2 Flores
	5. Problemas gastrointestinales	4.1 Infusión		5.2 Flores
	6. Problemas menstruales	5.1 Infusión		6.2 Raíz
	7. Dolor de estómago	6.1 Infusión	7.2 Flores	
	8. Gastritis	7.1 Infusión	8.2 Flores	
<i>Melissa officinalis</i>	1. Cólicos	1.1 Infusión	1.2 Hojas	
	2. Antiinflamatorios	2.1 Baños	2.2 Flores	
	3. Malestares generales	3.1 Infusión	3.2 Tallo y hojas	

<i>Passiflora tripartita</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antiespasmódica</li> <li>2. Diurética</li> <li>3. Problemas de riñón e hígado</li> </ol>	<p>Infusión, decocción</p>	Flores	
<i>Eucalyptus globulus</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Afecciones respiratorias</li> <li>2. Dolor articular</li> <li>3. Cansancio y Fatiga</li> <li>4. infecciones respiratorias</li> <li>5. Nervios</li> <li>6. Dolor de cabeza</li> <li>7. Gripa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Baño</li> <li>2.1 Infusión</li> <li>3.1 Infusión</li> <li>4.1 Decocción para inhalar</li> <li>5.1 Infusión</li> <li>6.1 Macerado</li> <li>7.1 Infusión</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2 Hojas</li> <li>2.2 Hojas</li> <li>3.2 Hojas y frutos</li> <li>4.2 Hojas</li> <li>5.2 Hojas</li> <li>6.2 Tallos y hojas</li> <li>7.2 Hojas</li> </ol>	
<i>Mentha spicata</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para la memoria y digestión</li> <li>2. Artritis y nauseas</li> <li>3. Vomitos</li> <li>4. Indigestión y cólicos</li> <li>5. Inflamación del hígado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Baño, infusión</li> <li>2.1 Infusión</li> <li>3.1 Infusión, decocción</li> <li>4.1 Infusión</li> <li>5.1 Infusión</li> </ol>	Hojas	
<i>Astragalus casei</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Llagas</li> <li>2. Heridas</li> <li>3. Toz</li> </ol>	Infusión	Hojas y flores	
<i>Cymbopogon citratus</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gripa</li> <li>2. Dolor de Cabeza</li> <li>3. Desintoxicante</li> <li>4. Controlar niveles de ácido úrico</li> <li>5. Síntomas de la gripa</li> <li>6. Desinflamación</li> <li>7. Fiebre</li> <li>8. Gripa</li> <li>9. Tos</li> <li>10. Fiebre</li> <li>11. Gripa</li> <li>12. Parásitos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Infusión</li> <li>2.1 Infusión</li> <li>3.1 Macerado</li> <li>4.1 Decocción</li> <li>5.1 Infusión</li> <li>6.1 Infusión, decocción</li> <li>7.1 Infusión</li> <li>8.1 Baño, decocción</li> <li>9.1 Emplastos</li> <li>10.1 Decocción</li> <li>11.1 Infusión</li> <li>12.1 Infusión</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2 Hojas</li> <li>2.2 Hojas</li> <li>3.2 Hojas y tallo</li> <li>4.2 Tallos y hojas</li> <li>5.2 Tallos y hojas</li> <li>6.2 Tallos y hojas</li> <li>7.2 Raíz, tallo, hojas</li> <li>8.2 Raíz, tallo, hojas</li> <li>9.2 Raíz, tallo,</li> </ol>	

				hojas	
				10.2 Planta completa	
				11.2 Hojas	
				12.2 Hojas	
<i>Melicoccus bijugatus</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dolor de cabeza y migraña</li> <li>2. Elimina el ácido úrico e inflamatorio</li> <li>3. Colesterol y diabetes</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Infusión</li> <li>2.1 Infusión</li> <li>3.1 Macerados</li> </ol>		Hojas	
<i>Citrus reticulata</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anemia</li> <li>2. Diabetes</li> <li>3. Problemas cardiacos, cáncer</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Infusión</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fruto</li> <li>2. Fruto</li> <li>3. Hojas, flores</li> </ol>	
<i>Malus domestica</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fortalece el sistema inmune</li> <li>2. Ayuda a cierto tipo de cáncer</li> <li>3. Vitaminas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Infusión</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frutos</li> <li>2. Frutos</li> <li>3. Hojas</li> </ol>	
<i>Matricaria recutita</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insomnio</li> <li>2. Cólicos</li> <li>3. Gripe</li> <li>4. Ulceras gástricas</li> <li>5. Gastritis</li> <li>6. Antiinflamatorio</li> <li>7. Problemas digestivos</li> <li>8. Desinflamante</li> <li>9. Estrés y dormir</li> <li>10. Gripe</li> <li>11. Dolor de estómago</li> <li>12. Bajar la fiebre</li> <li>13. Dolores menstruales</li> <li>14. Dolor de estómago</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 Baño</li> <li>2.1 Decocción</li> <li>3.1 Infusión</li> <li>4.1 Infusión</li> <li>5.1 Infusión</li> <li>6.1 Infusión</li> <li>7.1 Infusión</li> <li>8.1 Infusión</li> <li>9.1 Infusión</li> <li>10.1 Infusión</li> <li>11.1 Decocción</li> <li>12.1 Infusión</li> <li>13.1 Infusión</li> <li>14.1 Infusión</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2 Tallo</li> <li>2.2 Flores</li> <li>3.2 Hojas</li> <li>4.2 Flores</li> <li>5.2 Flores</li> <li>6.2 Hojas</li> <li>7.2 Hojas y flores</li> <li>8.2 Hojas y flores</li> <li>9.2 Hojas</li> <li>10.2 Flores</li> <li>11.2 Flores</li> <li>12.2 Flores</li> <li>13.2 Flores</li> <li>14.2 Flores</li> </ol>	
<i>Vaccinium meridionale</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estreñimiento</li> <li>2. Obstrucciones intestinales</li> <li>3. Antioxidante</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Infusión, decocción</li> </ol>		Fruto	

			1.2 Hojas	
	1. Eliminar bacterias	1.1 Macerado	2.2 Hojas	
	2. Heridas e infecciones	2.1 Decocción	3.2 Flores	
<i>Origanum vulgare</i>	3. Reumatismo	3.1 Infusión	4.2 Tallos y	
	4. Quitar la tos	4.1 Infusión	hojas	
	5. Digestión	5.1 Decocción	5.2 Tallos y	
			hojas	
	1. Aliviar dolores			
	musculares y articulares	1.1 Infusión	1.2 Raíz y	
<i>Phalaenopsis spp</i>	2. Estimular el sistema	2.1 Macerados	flores	
	inmunológico	3.1 Infusión y	2.2 Hojas	
	3. Mejorar la salud	decocción	3.2 Flores	
	general			
	1. Diabetes	1.1 Macerado	1.2 Cascara	
<i>Solanum</i>	2. Presión alta	2.1 Macerado	2.2 Cascara	
<i>tuberosum</i>	3. Enfermedades del	3.1 Infusión,	3.2 Tallo	
	corazón	decocción		
	1. Tos	1.1 Infusión	1.2 Hojas	
<i>Viola x</i>	2. Infecciones	2.1 Compresas	2.2 Flores	
<i>wittrockiana</i>	respiratorias	3.1 Infusión	3.2 Flores	
	3. Irritaciones de la piel			
	1. Para la presión arterial	1. Decocción		
<i>Petroselinum</i>	2. Cálculos renales	2. Infusión	Hojas	
<i>Crispum</i>	prevención	3. Infusión		
	3. Articulaciones			
	1. Aguas para el cabello	1.1 Baños	1.2 Hojas	
	2. Sazonador de comida	2.1 Baños	2.2 Hojas	
	3. Problemas de digestión	3.1 Baños	3.2 Hojas	
	4. Shampoo	4.1 Emplastos y	4.2 Hojas	
	5. Aliños de comidas	macerados	5.2 Hojas	
<i>Rosmarinus</i>	6. Antiinflamatorio	5.1 Macerados	6.2 Flores	
<i>officinalis</i>	7. Cicatrizante	6.1 Emplastos	7.2 Hojas	
	8. Crecimiento del	7.1 Emplastos	8.2 Hojas	
	cabello	8.1 Emplastos	9.2 Tallos y	
	9. Antioxidante	9.1 Baño e	hojas	
	10. Efecto diurético	infusión	10.2 Hojas y	
	11. Efecto cicatrizante	10.1 Baño e	flores	
		infusión	11.2 Flores	
		11.1 Infusión		



<i>Rosa × hybrida</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. limpiar la cara</li> <li>2. perfume</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infusión</li> <li>2. Macerados</li> </ol>	Flores	
<i>Ruta graveolens</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Regular el periodo menstrual</li> <li>2. Dolores de cabeza</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infusión</li> </ol>	Tallo y hojas	
<i>Aloe vera</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Digestión</li> <li>2. Capilar</li> <li>3. Cuidado de la piel</li> <li>4. gastritis</li> <li>5. Ulcera</li> <li>6. Quemaduras o heridas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Macerado</li> <li>2. Emplastos</li> <li>3. Infusión</li> <li>4. Infusión</li> <li>5. Infusión</li> <li>6. Macerados</li> </ol>	Hojas, cristal de la sábila	
<i>Solanum betaceum</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemas del corazón</li> <li>2. Problemas de azúcar</li> <li>3. Anemia</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infusión y decocción</li> </ol>	Frutos	
<i>Daucus carota</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elimina cólicos</li> <li>2. Favorece digestión</li> <li>3. Cáncer</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Infusión</li> </ol>	Raíz	

De la anterior tabla se puede inferir que los usos más frecuentes de las plantas son en: analgésicos, antiparasitarios, cicatrizantes, afecciones del sistema nervioso, afecciones estomacales. Las formas más comunes de preparación tradicional incluyen la infusión, cocción.

Las partes de las plantas más utilizadas para uso terapéutico en el siguiente orden decreciente: hojas, flores, raíz, tallo. Muy raramente se utiliza toda la planta.

La forma de administración de las plantas que se reportaron fue mediante infusión, decocción, maceración, emplastos.

Las afecciones más frecuentes tratadas con especies medicinales son las relacionadas con el estómago como gastritis, cólicos, dolores de estómago, seguida de las afecciones cutáneas como heridas, quemaduras, quemadas de la piel, irritaciones, problemas capilares.

## **Aprendizaje Basado en Retos, Reto Planteado:**

Reto planteado a los estudiantes en la experiencia didáctica, para que posteriormente planteen una propuesta alternativa de solución:

Una de las principales causas de contaminación mundial y alteraciones en la salud se da por el uso desmesurado de insumos y materia prima de síntesis química e industriales, de origen no renovable para la elaboración de componentes como detergentes, jabones, medicamentos, cosméticos, productos alimenticios de origen sintético. Estos pueden llegar a afectar el medio ambiente y poner en riesgo nuestra salud.

Colombia es un país megadiverso en flora, hoy día se sabe que las plantas contienen una gran variedad de compuestos químicos aromáticos producto de su metabolismo secundario que les brindan protección, vitaminas y contribuyen a la atracción de insectos para realizar la polinización. Para los humanos funcionan como alternativas o sustitutos de materia prima en la industria cosmética, farmacológica, alimenticia, textil etc. Evitando así el uso indiscriminado de materias primas contaminantes, de síntesis química que causan enfermedades y contaminan el medio ambiente al no degradarse de forma natural.

Estas sustancias se pueden extraer usando diferentes métodos. Teniendo en cuenta el origen del compuesto en estudio, hay unos métodos que pueden favorecer la mayor o menor extracción de los compuestos químicos.

### **Pregunta esencial**

¿Es posible extraer metabolitos secundarios de las plantas de interés de la región en el laboratorio de la institución educativa, y elaborar productos para favorecer la bioeconomía y fomentar el emprendimiento de nuestra comunidad educativa, con el fin de disminuir la desigualdad social y falta de oportunidades?

### **Reto**

*Teniendo en cuenta algunas plantas de interés y potencial de la región, seleccione métodos para extraer sus metabolitos secundarios, y además proponga una aplicación industrial para el uso y aplicación de dicho compuesto, ejemplo elaboración de un*

cosmético, detergente, un repelente, un controlador biológico, un producto alimenticio, pinturas etc.

## Grupo Experimental con Mediación de las TIC

**Planteamiento del Reto:** primeras propuestas planteadas por los estudiantes para solucionar el reto.

Figura 30.

Memorias de clase 802

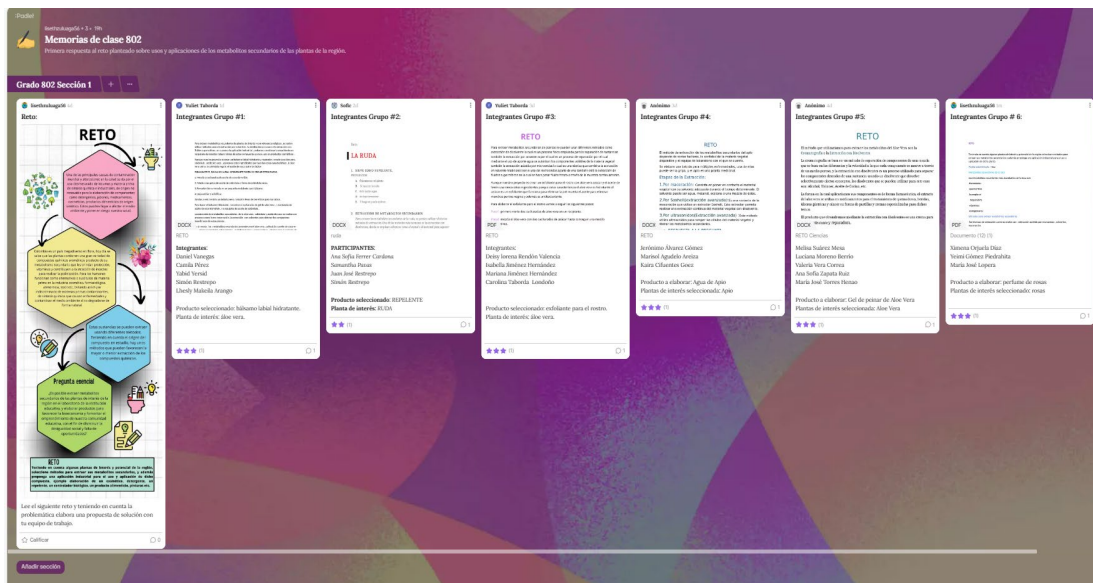
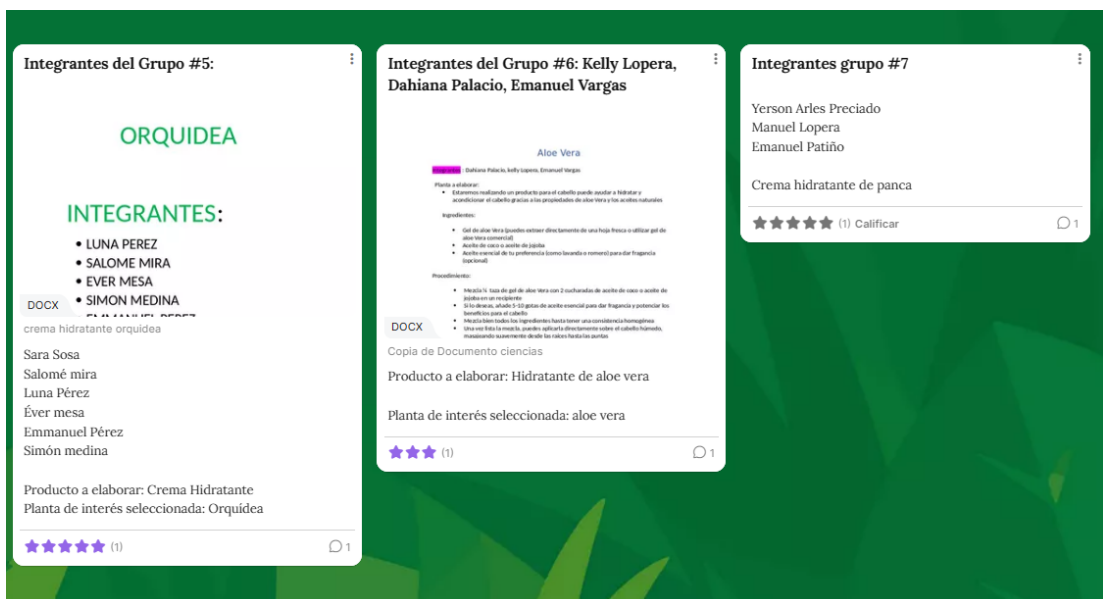


Figura 31.

Memorias de clase 804



En esta actividad los estudiantes usaron la IA e internet para buscar información general sobre características, métodos de extracción y experimentos para elaborar productos naturales sencillos usando los compuestos químicos producidos por las plantas, siempre se les mantuvo el apoyo y guía del facilitador. El apoyo mediado por la IA facilita la búsqueda y comprensión de los conceptos del tema, abre un abanico de posibilidades e información que permite a los estudiantes presentar una propuesta sólida y coherente.

Cada grupo publicó en la plataforma padlet su propuesta con el fin de recibir retroalimentación y permitir que el resto de los miembros del curso puedan explorar y observar otras alternativas.

**Actividad de preguntas dirigidas sobre generalidades de los metabolitos primarios y secundarios y aplicaciones industriales:** se presentó la información en un vídeo con preguntas interactivas en la plataforma de Edpuzzle. Los estudiantes a medida que iban viendo el video se les desplegaba una ventanilla con preguntas de selección múltiple con única respuesta la cual debían resolver antes de continuar viendo el video. Posteriormente se socializó la actividad y se despejaron dudas.

### Figura 32.

*Resultado de las preguntas diseñadas en el video de la plataforma edpuzzle.*

The figure displays two screenshots of Edpuzzle multiple-choice questions. The first screenshot shows a question: "Se puede definir el metabolismo como:" with three options. The second screenshot shows a question: "El metabolismo primario produce hormonas, proteínas, carbohidratos, grasas y ácidos nucleicos, estos procesos son fundamentales para:" with three options.

**Question 1:** Preguntado de opción múltiple (47 de 74 respuestas correctas)

Se puede definir el metabolismo como:

- Un proceso elaborado únicamente por las plantas
- Un proceso de reacciones químicas que consiste en degradar y producir sustancias simples o complejas y generar energía
- Gastar energía

**Question 2:** Preguntado de opción múltiple (32 de 74 respuestas correctas)

El metabolismo primario produce hormonas, proteínas, carbohidratos, grasas y ácidos nucleicos, estos procesos son fundamentales para:

- el crecimiento, reproducción y supervivencia de las plantas.
- para realizar el proceso de fotosíntesis y respiración
- ambas respuestas son correctas

Pregunta de opción múltiple 30 de 74 respuestas correctas

¿Cuáles son las características de los metabolitos secundarios?

- No son indispensables para el desarrollo de la planta, sin embargo intervienen en procesos como polinización y defensa contra depredadores.
- se generan bajo estrés biótico o abiótico al cual se ve expuesto la planta.
- ambas son correctas

---

Pregunta de opción múltiple 43 de 74 respuestas correctas

¿Cuáles son los criterios a tener en cuenta al momento de extraer metabolitos secundarios de las plantas?

- Tipos de solventes y partes de la planta
- Las partes de la planta, raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas
- Las partes de la planta, raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas; los métodos solventes, punto de ebullición, reactividad, viscosidad, seguridad, estado de desarrollo de la planta

---

Pregunta de opción múltiple 42 de 74 respuestas correctas

Cuales son los principales grupos de metabolitos secundarios

- Fenoles, terpenoides y compuestos con derivados de nitrógeno.
- Fenoles, aminoácidos y proteínas
- Carbohidratos, lípidos y proteínas

---

Pregunta de opción múltiple 35 de 74 respuestas correctas

Dentro de los fenoles encontramos los siguientes grupos

- Flavonoides y Taninos
- carotenoides y Alcaloides

---

Pregunta de opción múltiple 32 de 74 respuestas correctas

Los metabolitos secundarios presentes en los terpenos son

- Fenoles y Terpenos
- Terpenos
- Carotenoides

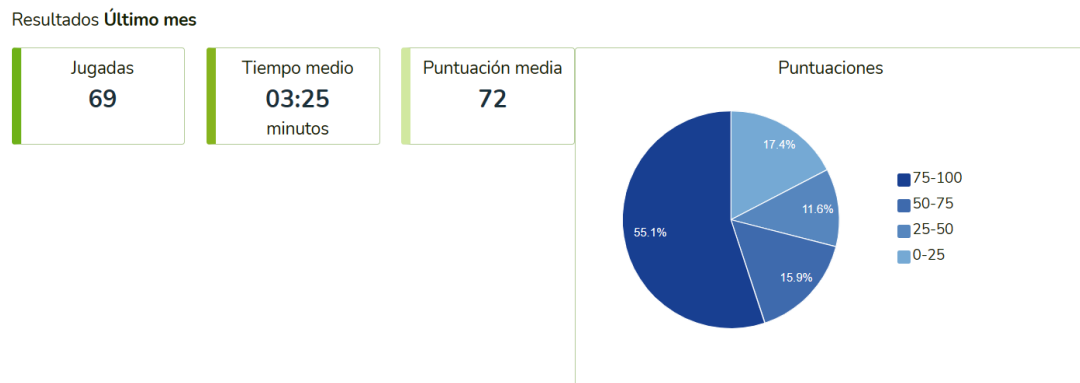
En los resultados obtenidos podemos observar que el 63% de los estudiantes comprendieron las características principales del metabolismo y en qué consiste. El 50% de estudiantes identifican que el metabolismo primario de las plantas es un proceso fundamental para el crecimiento y reproducción de las plantas, para realizar los procesos de fotosíntesis y respiración. El 49% de los educandos atendieron al video y comprendieron que los metabolitos secundarios no son indispensables para el desarrollo de las plantas, sin embargo, intervienen en procesos de polinización y defensa contra depredadores, se generan bajo estrés biótico o abiótico al cuál se ve expuesto las plantas. El 51% señaló correctamente que los criterios a tener en cuenta al momento de extraer metabolitos secundarios son las partes de la planta, raíz, tallo, hojas, flores, frutos y semillas, los métodos, solventes, puntos de ebullición, reactividad, seguridad, estado de desarrollo de la planta.

Una de las ventajas de usar herramientas didácticas interactivas en línea es la capacidad de presentar la información de forma multimodal, lo cual es importante para llegar a los diferentes estilos de aprendizaje, además permite obtener en tiempo real los resultados de la evaluación de las actividades permitiendo mayor rapidez y precisión en la toma de decisiones con respecto a la enseñanza.

**Preguntas dirigidas en educaplay:** sobre métodos de extracción de metabolitos secundarios.

**Figura 33.**

*Educaplay*



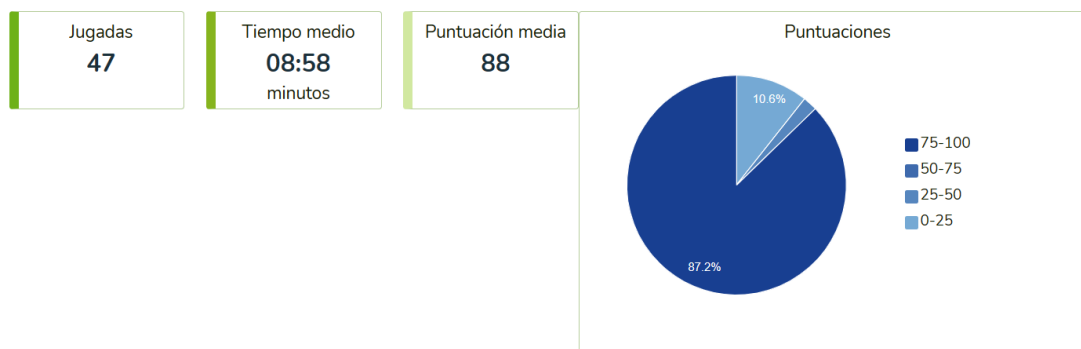
En la plataforma educaplay se desarrolló un juego de unir con una línea los diferentes métodos de extracción con su respectiva definición previo a la visualización de videos cortos, el 55.1% de los estudiantes acertaron en las respuestas correctas, se infiere por los resultados obtenidos que algunos estudiantes no comprendieron los conceptos a cabalidad, esto pudo deberse a la falta de comprensión o concentración a la hora de documentarse y visualizar el vídeo, falta de atención ante la explicación antes de seleccionar cual es la respuesta correcta. Cabe destacar que el juego solo tenía una oportunidad para desarrollarlo de ahí el resultado.

**Preguntas dirigidas y juegos didácticos en educaplay:** sobre las diferentes rutas metabólicas para la obtención de metabolitos secundarios.

**Figura 34.**

*Educaplay*

Resultados Último mes



Se elaboró una sopa de letras en aras de mencionar las diversas vías metabólicas para la obtención de metabolitos secundarios de las plantas. Con la finalidad de que los estudiantes reconocieran y se familiarizaran con las diferentes formas o rutas para la obtención de dichos compuestos, rescatando así la importancia de conservar los recursos genéticos de la flora de la región.

**Consolidación de la propuesta final del proyecto:** A continuación, se presenta el padlet donde los estudiantes publicaron las propuestas iniciales y finales al reto presentado teniendo en cuenta la temática en mención, en dicha plataforma recibieron retroalimentación y comentarios para mejorar su proyecto, de igual forma las actividades estaban disponibles para el resto de compañeros lo cual servía como guía y direccionaba el proceso que se estaba llevando, también ayudaba a despejar dudas al estar colgadas en una plataforma que les permite en tiempo real visualizar todos los contenidos que se vayan presentando.

[https://padlet.com/dashboard/recent?mobile\\_page=Collection](https://padlet.com/dashboard/recent?mobile_page=Collection)

### **Experimentación y producto final:**

Una vez se tuvo la consolidación de la propuesta de cada uno de los proyectos presentados por los diferentes grupos experimentales de trabajo y previa retroalimentación y calificación del docente, los estudiantes elaboraron experimentos para extraer metabolitos secundarios de las plantas y elaborar un producto cosmético natural. Las técnicas convencionales de extracción empleadas fueron la percolación, maceración, destilación por arrastre de vapor, infusión, decocción, enfloración, entre otras.

El material vegetal empleado fue recolectado de los alrededores y viveros de la región o de las plantas ornamentales y medicinales que los estudiantes podían seleccionar de su casa o barrio, teniendo en cuenta el estudio etnofarmacológico realizado sobre el inventario de

plantas con potencial industrial presentes en la región. Dentro de las plantas seleccionadas se encontraban rosas, lavanda, romero, caléndula, canela. También se usaron soluciones líquidas como alcohol, aceites y mezclas sólidas como vaselina y glicerina, los cuales son solventes orgánicos que facilitan el proceso de extracción de los metabolitos secundarios.

Dentro de los elementos usados encontrábamos morteros, matraces, probetas, agitadores, pipetas, balanza gramera entre otros.

Los estudiantes elaboraron productos cosméticos como geles para el cuerpo, rubores, labiales, exfoliantes, cremas, perfumes, jabones. Los resultados finales del proyecto escrito se presentaron en el padlet, en la sección 3 y las fotografías e imágenes del proceso y producto final se pueden evidenciar en la sección 3 de la misma plataforma en mención.

<https://padlet.com/lisethzuluaga56/memorias-de-clase-804-zil06rxpdsmk892l>

<https://padlet.com/lisethzuluaga56/memorias-de-clase-802-7oe16m767f3cqdt>

### Figura 35.

*Productos naturales cosméticos, jabón sólido y brillo labial: collage del resultado final del producto*



### Figura 36.

*Productos naturales cosméticos, bálsamo labial: collage del resultado final del producto.*

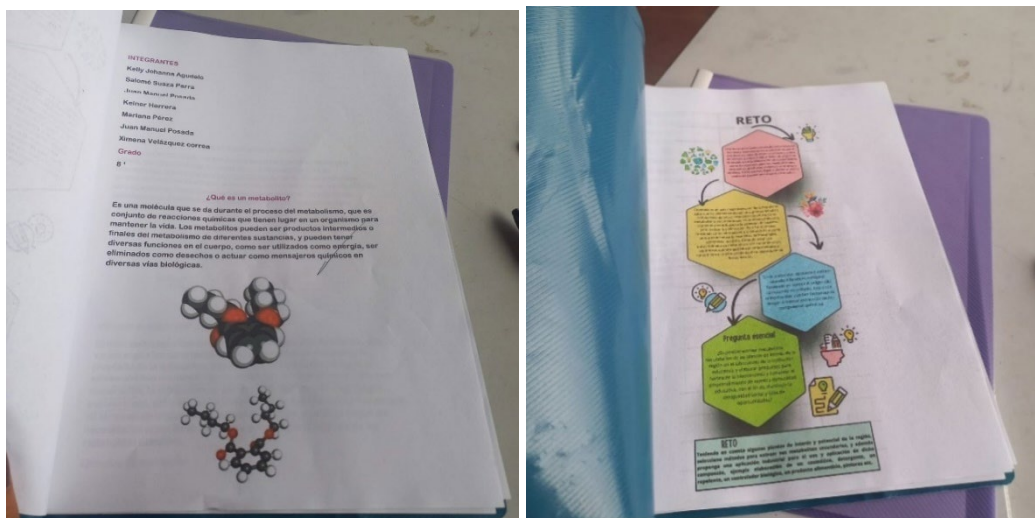


### Grupo Control, sin mediación de TIC

**Planteamiento del Reto:** primeras propuestas planteadas por los estudiantes para solucionar el reto.

**Figura 37.**

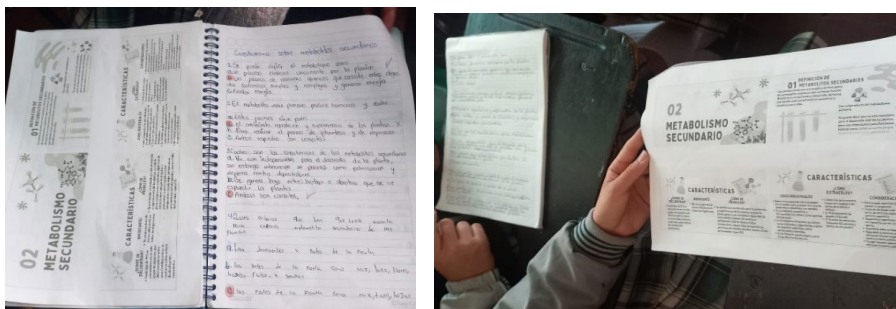
*Memorias de clase 804*



**Actividad de preguntas dirigidas sobre generalidades de los metabolitos primarios y secundarios y aplicaciones industriales:** se presentó la información sobre las características de los metabolitos primarios y secundarios, clasificación, e importancia a nivel industrial para el medio ambiente en diapositivas impresas, acompañados con preguntas escritas de selección múltiple, los estudiantes realizaron la lectura correspondiente, escucharon la explicación y retroalimentación del docente y respondieron de manera grupal las preguntas de selección múltiple con única respuesta presentadas en el taller, posteriormente toda la clase socializó sus respuestas de forma oral, se retroalimentaron y corrigieron a medida que se iba exponiendo y argumentando el taller. Las preguntas y respuestas fueron documentadas en un portafolio grupal.

**Figura 38.**

*Memorias de clase 804*



**Preguntas escritas dirigidas:** sobre métodos de extracción de metabolitos secundarios.

Se presentó material impreso con descripción escrita y gráfica sobre los diferentes métodos de extracción convencionales de metabolitos secundarios de las plantas para realizar una lectura y posteriormente los estudiantes pudieran responder un test de preguntas de selección múltiple con única respuesta. Posteriormente se realizó retroalimentación y corrección de la actividad, se obtuvieron resultados satisfactorios en los resultados, se observó que los estudiantes comprendieron el tema, además una vez finalizada la actividad identificaron cual de estos métodos serían los que iban a implementar para desarrollar la idea de su proyecto, consolidando así la metodología y materiales posteriores a elaborar en la fabricación de su producto natural.

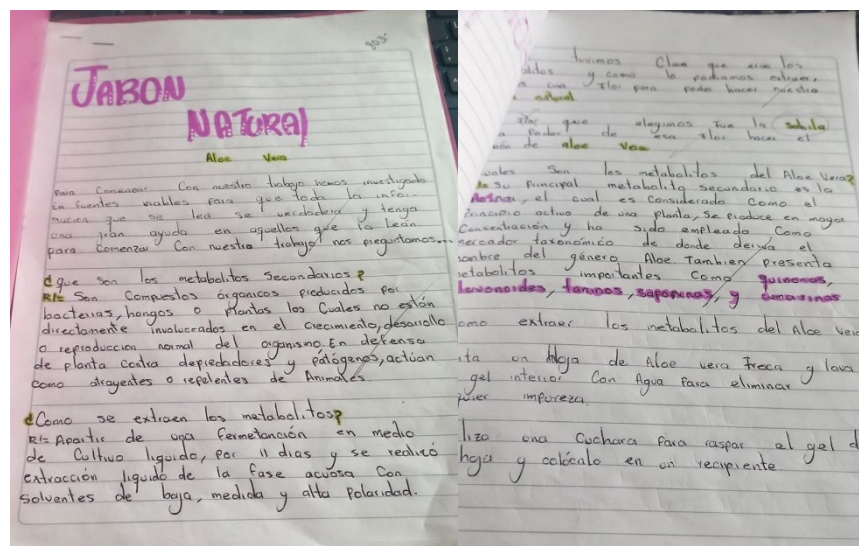
**Preguntas escritas dirigidas y juegos didácticos:** sobre las diferentes rutas metabólicas para la obtención de metabolitos secundarios.

Se presentaron gráficos como mapas conceptuales y diagramas de flujo sobre las rutas metabólicas principales involucradas en la obtención de metabolitos secundarios de las plantas. Los estudiantes desarrollaron una sopa de letras sobre el tema teniendo en cuenta las diferentes rutas metabólicas en aras de familiarizarse con los nuevos conceptos y posteriormente realizaron un crucigrama generando pistas sobre los procesos o etapas que se desarrollan a nivel de reacciones químicas para la obtención de dichos compuestos, esto permitió afianzar un poco más los conocimientos sobre metabolismo y obtención de los metabolitos secundarios de las plantas.

**Consolidación de la propuesta final del proyecto:** A continuación, se presenta el un ejemplo de portafolio donde los estudiantes compilaron y desarrollaron las propuestas iniciales y finales al reto presentado teniendo en cuenta la temática en mención y consolidaron todas las actividades, recibieron retroalimentación y comentarios para mejorar su proyecto.

**Figura 39.**

*Portafolio de evidencias del proyecto y su metodología*



En el proyecto describieron generalidades sobre metabolitos secundarios, seleccionaron la planta de interés para la elaboración del producto natural, consultaron y seleccionaron la metodología a emplear teniendo en cuenta el producto a elaborar, consultaron sobre los metabolitos secundarios presentes en la planta de interés, además reforzaron el tema consultando sobre los diferentes métodos de extracción convencionales de metabolitos secundarios.

### **Experimentación y Producto Final**

Una vez se tuvo la consolidación de la propuesta de cada uno de los proyectos presentados por los diferentes grupos control de trabajo y previa retroalimentación y calificación del docente, los estudiantes elaboraron experimentos para extraer metabolitos secundarios de las plantas y elaborar un producto cosmético natural. Las técnicas convencionales de extracción empleadas fueron la percolación, maceración, destilación por arrastre de vapor, infusión, decocción, enfloración, entre otras.

El material vegetal empleado fue recolectado de los alrededores y viveros de la región o de las plantas ornamentales y medicinales que los estudiantes podían seleccionar de su casa o barrio, teniendo en cuenta el estudio etnofarmacológico realizado sobre el inventario de plantas con potencial industrial presentes en la región. Dentro de las plantas seleccionadas se encontraban rosas, lavanda, romero, caléndula, canela. También se usaron soluciones líquidas como alcohol, aceites y mezclas sólidas como vaselina y glicerina, los cuales son solventes orgánicos que facilitan el proceso de extracción de los metabolitos secundarios.

Dentro de los elementos usados encontrábamos morteros, matraces, probetas, agitadores, pipetas, balanza gramera entre otros.

Los estudiantes elaboraron productos cosméticos como geles para el cuerpo, rubores, labiales, exfoliantes, cremas, perfumes, jabones. Los resultados finales del proyecto escrito se presentaron en el padlet, en la sección 3 y las fotografías e imágenes del proceso y producto final se pueden evidenciar en la sección 3 de la misma plataforma en mención.

#### **Figura 40.**

*Productos naturales cosméticos labial hidratante y crema de aloe vera: collage del resultado final del producto*



**Figura 41.**

*Productos naturales cosméticos, jabón de aloe vera y repelente para insectos: collage del resultado final del producto*



## Figura 42.

*Productos naturales cosméticos perfume de canela y vainilla: collage del resultado final del producto*



## Conclusiones

La implementación de la estrategia didáctica basada en el aprendizaje basado en retos (ABR) en la enseñanza de la biotecnología y la fitoquímica en los estudiantes de octavo grado de la Institución Educativa Cardenal Aníbal Muñoz Duque, reveló varios hallazgos significativos que permiten valorar el impacto de las TIC en la mediación del aprendizaje y las diferencias observadas entre el grupo experimental y el grupo control.

- Procedimientos conceptuales

### Pre-test Conocimientos Previos sobre Metabolitos Primarios y Secundarios

Inicialmente, los resultados del pre-test indicaron que tanto los grupos control como los experimentales no superaban el 60% de aciertos en ninguna de las preguntas, evidenciando una comprensión limitada y heterogénea sobre los metabolitos primarios y secundarios. El grupo experimental mostró un ligero mejor desempeño en ciertas preguntas, sugiriendo una base de conocimiento levemente superior.

En cuanto a la utilidad de las plantas en diferentes industrias, el 52% del grupo experimental logró comprender su relevancia, mientras que en el grupo control, aunque el 54% entendía la importancia y aplicación de las plantas, no dimensionaban su impacto en diversas industrias. Este hallazgo resalta la necesidad de un enfoque más integrador y práctico en la enseñanza de las aplicaciones industriales de las plantas.

Ambos grupos mostraron una comprensión parcial de las características de los metabolitos primarios y secundarios, con un 64% de los estudiantes aún sin claridad total sobre estos conceptos. La novedad del tema podría ser una de las causas de esta falta de comprensión, subrayando la importancia de reforzar estos temas en futuras intervenciones educativas.

#### Post-test Conocimientos Adquiridos sobre Metabolitos

El análisis post-test mostró una mejora notable en los conocimientos de los estudiantes. En los grupos experimentales, el 91% aumentó su comprensión sobre la aplicación de metabolitos secundarios a nivel industrial, mientras que en el grupo control este aumento fue del 75%. Esto indica que la estrategia mediada por TIC tuvo un impacto positivo en la apropiación de conocimientos.

La comprensión sobre la función de los metabolitos primarios también mejoró significativamente, alcanzando un 66% y 92% de aciertos en los grupos experimental y control, respectivamente. Las características de los metabolitos secundarios fueron correctamente identificadas por un 73% y 70% de los estudiantes en ambos grupos. Estos resultados sugieren que el uso de TIC puede facilitar una mayor retención y comprensión de conceptos complejos.

- Procedimientos Experimentales

Los resultados pre-test indicaron que ninguno de los grupos superaba el 42% de aciertos en las preguntas relacionadas con procedimientos experimentales. Esto reflejó una carencia en el conocimiento y manejo de técnicas de extracción de metabolitos secundarios. Sin embargo, el post-test mostró mejoras significativas, especialmente en el grupo experimental con un 58% de respuestas correctas y un 77% en el grupo control, indicando que ambos grupos se beneficiaron del proceso educativo, aunque el grupo experimental mostró un mayor avance.

- Actitudes y Creatividad

En términos de actitudes hacia el trabajo colaborativo, ambos grupos reconocieron su importancia, pero solo el 44% del grupo experimental consideró el trabajo colaborativo como excelente, en contraste con el grupo control que mostró menos cambios. Esta diferencia sugiere que la mediación de TIC puede influir positivamente en la percepción y efectividad del trabajo en equipo.

El gusto por las ciencias mostró un aumento en el grupo experimental, con un 48% de los estudiantes encontrando sus clases sobresalientes, comparado con un 52% en el grupo control que consideró las clases regulares y aburridas. Este resultado destaca la necesidad de métodos didácticos más interactivos y tecnológicos para fomentar el interés en las ciencias.

- La estrategia didáctica mediada por TIC aplicada en los grupos experimentales demostró ser efectiva en mejorar tanto los conocimientos conceptuales como procedimentales en biotecnología y fitoquímica. Los estudiantes mostraron una mayor retención y comprensión de los conceptos, así como una mejor actitud hacia el trabajo colaborativo y un mayor interés por las ciencias. Sin embargo, se evidencia que aún existen áreas de mejora, especialmente en la comprensión y manejo de equipos de laboratorio y en la apreciación general de las ciencias como una vocación.
- Del presente trabajo podemos concluir que la metodología empleada sobre el estudio y aplicación de los metabolitos secundarios, además de reforzar los aprendizajes

previos de los estudiantes y consolidar la apropiación de una rama de la ciencia tan importante como es la biotecnología en nuestros tiempos fortalece y aumenta las habilidades del siglo XXI, el trabajo colaborativo, la investigación, innovación y desarrollo.

- El empleo de una serie de recursos digitales interactivos, visuales y multimedia como videos, gráficos, juegos interactivos en el desarrollo de la secuencia didáctica apoyaron los procesos pedagógicos de enseñanza, teniendo en cuenta además las formas de aprendizaje y diferentes contextos en los cuales se encuentran los estudiantes, esto permitió aumentar la creatividad de los aprendices, despertar la motivación y comprensión del tema y por ende las ganas de continuar en el proceso educativo.
- Se evidenció que los estudiantes de grado octavo son muy visuales, por tanto, la importancia de realizar actividades didácticas, gráficas, la mediación de las actividades a través del juego, donde se fomente la sana competencia. Tienen dificultad para la concentración por tanto es necesario proyectar videos cortos y concretos e ir variando las actividades con el fin de despertar y mantener su capacidad de asombro evitando así que la actividad se le convierta en algo monótono y repetitivo.
- En cuanto al trabajo grupal, la mayoría de estudiantes demostró interés y corresponsabilidad a la hora de desarrollar las actividades, sintiendo esta estrategia como un apoyo y beneficio para la realización de actividades, para ayudar a fortalecer la eficacia y rapidez a la hora de realizar las actividades y cumplir a tiempo con las mismas, facilita el trabajo, unos aprenden de los otros, se retroalimenta y debate constantemente y se minimiza la carga académica y responsabilidad. Sin embargo, este se debe seguir fortaleciendo ya que se encontraron falencias en algunos grupos, como la falta de comunicación, compromiso, escucha lo cual obstaculizó muchas veces el logro de los objetivos.
- Dado que el grupo control tuvo mayores ganancias en estos tipos de conocimientos, es posible que los métodos tradicionales estén mejor alineados con la enseñanza de

hechos y procedimientos. Se recomienda investigar qué elementos de los métodos tradicionales son más efectivos y considerar integrarlos o combinarlos con la intervención experimental.

- La intervención experimental mostró una mayor efectividad en este tipo de conocimiento, aunque la ganancia aún es baja. Se recomienda mejorar y refinar la intervención para aumentar aún más su efectividad en influir en actitudes y valores.
- Es importante realizar más estudios para identificar las fortalezas y debilidades específicas de cada método, y considerar un enfoque mixto que combine lo mejor de ambos para optimizar el aprendizaje en todas las áreas.
- Es esencial continuar desarrollando e implementando estrategias didácticas innovadoras que integren las TIC para abordar estas áreas de mejora, y proporcionar a los estudiantes herramientas y conocimientos necesarios para enfrentar desafíos futuros en el ámbito científico y tecnológico. La experiencia de esta investigación resalta la importancia de un enfoque educativo dinámico y adaptativo que responda a las necesidades y contextos específicos de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje significativo y duradero.

## Referencias

- Acosta, E. (2014). Análisis fitoquímico preliminar de la *Alocasia macrorrhiza* en la formación de profesores de Química. *Universidad Pedagógica Nacional*, 27–43.
- Ávalos, A., & Pérez, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. *Reduca*, 2(3), 119–145.
- Ayala, T. (2011). El aprendizaje en la era digital. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 21.
- Ballesteros, M., & Moral, A. (2014). Uso de programas de simulación para promover la pedagogía activa en la docencia universitaria. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Educativa*, 1, 87–98.
- Barbosa, J., Barbosa, J., & Rodríguez, M. (2015). Concepto, enfoque y justificación de la sistematización de experiencias educativas. *Perfiles Educativos UNAM*, 37(149), 130–149.
- Benelli, L., & Oliveira, W. (2019). Fluidized bed coating of inert cores with a lipid-based system loaded with a polyphenol-rich *Rosmarinus officinalis* extract. *Food and Bioprocess Processing*, 114, 216–226.
- Chepe, L., Valencia Edwin, & Rodriguez, E. (2013). Estudio etnobotánico de especies medicinales utilizadas por la comunidad de la vereda Campo Alegre del corregimiento de Siberia-Cauca (Colombia). *Revista de Ciencias Universidad Del Valle*, 17(2), 35–49.
- Choque, R. (2009). Ecosistema educativo y fracaso escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49.
- Coll, C., Onrubia, J., & Mauri, T. (2007). Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *Anuario de Psicología*, 38(3), 377–400.
- Diego, F., Morales, I., & Vidal, M. (2023). Chat GPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. *Educación Médica Superior*, 37(2).
- Duarte, J. (2003). AMBIENTES DE APRENDIZAJE. UNA APROXIMACION CONCEPTUAL. *Estudios Pedagógicos*, 1(29), 97–113.
- EduTrends. (2015). Aprendizaje Basado en Retos. *Tecnológico de Monterrey*, 1, 1–39.
- FAO. (2014). Programa Especial para la Seguridad Alimentaria PESA en Centroamérica. In *Guía metodológica de sistematización* (pp. 27–30).
- Fikry, S., Khalil, N., & Salama, O. (2019). Chemical profiling, biostatic and biocidal dynamics of *Origanum vulgare* L. essential oil. *AMB Express*, 9(41), 1–10.
- Flores, E., Sáenz, A., Castañeda, A., & Narro, R. (2020). Romero (*Rosmarinus officinalis* L.): su origen, importancia y generalidades de sus metabolitos secundarios. *TIP Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas*, 23, 1–7.
- Gallagher, S. E., & Savage, T. (2020). Challenge-based learning in higher education: an exploratory literature review. *Teaching in Higher Education*, 1–23.
- Gorestein, S., & Gutman, G. (2017). Desarrollo y territorio: clusters tecnológicos en la periferia. *Pesquisadora Do CONICET*, 3(1), 1–18.

- Greca, I. (2018). La enseñanza STEAM en la Educación Primaria. *Proyectos STEAM Para La Educación Primaria*, 19–40.
- Huerta, C., & Velázquez, M. (2021). Educación 4.0 como respuesta a la Industria 4.0: un estudio analítico-descriptivo. *Ciencia Latina*, 5(1), 1042.
- Khaw, K., Parat, M., Shaw, P., & Falconer, J. (2017). Solvent Supercritical Fluid Technologies to Extract Bioactive Compounds from Natural Sources: A Review. *Molecules*, 12, 1–22.
- Llorens, J., Santamaria, M., Verdeguer, M., Roselló, J., Vacas, S., & Castell, V. (2018). Los aceites esenciales de las plantas en la sostenibilidad medioambiental - Propuestas para la innovación educativa. *INNODOCT*, 1, 671–681.
- Mendoza, C. (2021). Potenciación de los aprendizajes de las ciencias naturales utilizando la realidad aumentada como estrategia didáctica. *Zona Próxima Universidad de Córdoba*, 35, 67–85.
- MinCiencias. (2021). *CIENCIA Y TECNOLOGÍA: FUNDAMENTO DE LA BIOECONOMÍA Propuestas del Foco de Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente* (Vol. 3).
- MineduCordoba. (2016). Secuencias didácticas, Reflexiones sobre sus características y aportes. In *SPIYCE* (Vol. 1, pp. 1–12).
- Molina, Y. (2021). Estudio etnobotánico y etnofarmacológico de plantas medicinales de Tambopata, Madre de Dios, Perú. *Revista de Ciencia y Desarrollo*, 24(1), 79–98.
- Montilla, L., & Arrieta, X. (2015). Secuencia didáctica para el aprendizaje significativo del análisis volumétrico. *Omnia*, 1, 66–79.
- Moreno, C., & Corral, G. (2019). Metodologías inductivas interculturales para una pedagogía decolonial. *Sinéctica*, 52, 1–20.
- Nieto, G., Ros, G., & Castillo, J. (2018). Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.). *Medicines*, 5, 1–13.
- Pereyra, M., Mendoza, M., Calafat, M., & Quiriban, A. (2021). Biotecnología aplicada al sector agropecuario. Una experiencia de articulación nivel medio-universitario. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 12(23), 89–104.
- Pérez, T. (2016). Sistematización de experiencias en contextos universitarios. In *Guía Didáctica* (1st ed., Vol. 1, pp. 15–17).
- Pineda, D. (2023). Enfoque STEAM: Retos y oportunidades para los docentes. *REVISTA INTERNACIONAL DE PEDAGOGÍA E INNOVACIÓN EDUCATIVA*, 3(1), 229–244.
- Puebla, M., Yrazola, M., & Mercadal, R. (2010). Aprendizaje basado en problemas: una estrategia para compartir disciplinas en las NTIC's. *Congreso Iberoamericano de Educación Metas 2021*, 1.
- Ramírez, M. (2016). *EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS A PARTIR DE Bacillus thuringiensis*. Universidad Autónoma de Puebla.
- Rioja, T. (2020). Los metabolitos secundarios de las plantas y potencial uso en el manejo de plagas agrícolas en agroecosistemas desérticos. *IDESIA*, 38(1), 3–5.

- Romo, J. (2018). *Fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico: una secuencia de actividades para la enseñanza de la fitoquímica a partir de pigmentos naturales*. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
- Sik, B., Hanczné, E., Kapsándi, V., & Ajtony, Z. (2020). Conventional and nonconventional extraction techniques for optimal extraction processes of rosmarinic acid from six Lamiaceae plants as determined by HPLC-DAD measurement. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 184, 1–8.
- Summa. (2019). *Aprendizaje Colaborativo, orientaciones para la formación docente y el trabajo en el aula*. (Edu Caixa, Ed.; Primera, Vol. 1).
- Unesco. (2016). Sistematización de experiencias educativas innovadoras. In *Herramientas de apoyo para el trabajo docente* (pp. 1–54).
- Universidad EIA. (2020). *Aprendizaje colaborativo, construcción conjunta de aprendizajes*.
- Villacreses, D., Bermúdez, A., Campozano, Y., & Álvarez, N. (2022). La biotecnología y su impacto con el uso de las tecnologías. *TechInnovation, UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ*, 1(2), 78–87.

Sondeo de conocimientos previos sobre Metabolitos Primarios y Secundarios

- Las plantas son recursos naturales bióticos que presentan múltiples propiedades fitoquímicas benéficas para el ser humano y el ambiente, dentro de sus múltiples beneficios se encuentran:
  - son útiles para la elaboración de productos industriales
  - son útiles para la elaboración de productos que se pueden emplear en las diferentes industrias (farmacéutica, cosmética, agroecológica etc.) y también se utilizan como sustitutos de materia prima contaminante en diferentes sectores agroindustriales
  - son fuente de alimentos y medicinas
  - son empleados para la elaboración de cosméticos y alimentos entre otras características.
  - otro \_\_\_\_\_
- Dentro de las características de los metabolitos primarios más relevantes podemos encontrar que estos:
  - intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas generando carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas.
  - son importantes para funciones básicas como defensa contra plagas, desarrollo vegetativo, polinización de las plantas.
  - intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas.
  - intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción y defensa de las plantas.
  - otro \_\_\_\_\_
- Dentro de las características de los metabolitos secundarios encontramos que estos:
  - intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas generando carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas.
  - son importantes para funciones básicas como defensa contra plagas, desarrollo vegetativo, polinización de las plantas.
  - intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción de las plantas.
  - intervienen de forma directa en la supervivencia, crecimiento y reproducción y defensa de las plantas.
  - otro \_\_\_\_\_
- Los principales tipos de metabolitos secundarios son:
  - los carbohidratos (azúcares), proteínas (aminoácidos), lípidos (grasas y aceites), ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas importantes para la supervivencia de las plantas.
  - los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos), compuestos azufrados como el azufre.
  - los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos).
  - los carbohidratos (azúcares), proteínas (aminoácidos), lípidos (grasas y aceites), ácidos nucleicos, hormonas, vitaminas importantes para la supervivencia de las plantas, los compuestos fenólicos (flavonoides y taninos), compuestos nitrogenados (alcaloides), terpenoides (carotenos).
  - otro \_\_\_\_\_
- Los metabolitos secundarios pueden emplearse en diferentes sectores de apoyo económico estos pueden ser:
  - industria cosmética
  - industria alimentaria
  - industria farmacológica
  - industria agroecológica
  - todas las anteriores
- Dentro de las rutas para la obtención de metabolitos secundarios se encuentran
  - Ruta del ácido Mevalónico
  - Ruta del ácido Shikímico
  - Ruta del acetato-Malonato
  - Ruta del metabolismo de aminoácidos
  - Todas las anteriores
- Cuales son la técnicas o metodologías más conocidas para realizar la extracción de metabolitos secundarios de las plantas:
  - destilación por arrastre de vapor, Enfloración, maceración, extracción mecánica, extracción por solubilidad, extracción por deshidratación y pulverización.
  - destilación por arrastre de vapor, Enfloración, maceración.
  - extracción mecánica, extracción por solubilidad, extracción por deshidratación y pulverización.
  - destilación por arrastre de vapor, Enfloración, maceración, extracción mecánica, extracción por solubilidad, extracción por deshidratación y pulverización, técnicas microbiológicas y por análisis fisicoquímicos.
  - otro \_\_\_\_\_

8. La importancia del cuidado de las plantas y su conservación entendemos que esto es importante porque al preservar la diversidad biológica de flora:
- se tienen recursos genéticos para impulsar la bioeconomía y desarrollo sostenible del país
  - se cuentan con inventarios actualizados de la flora de la región
  - se preservan la diversidad de especies vegetales
  - se fomenta el cuidado, estudio y preservación de los recursos genéticos
  - otro \_\_\_\_\_
9. Las etapas del método científico se emplean en la investigación estas en su orden pueden ser:
- observación, planteamiento de la pregunta, análisis y conclusión.
  - observación, pregunta de investigación, indagación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados, conclusión y divulgación.
  - observación, pregunta de investigación, experimentación, análisis de resultados, conclusión y divulgación.
  - observación, pregunta de investigación, indagación, formulación de hipótesis, experimentación, análisis de resultados, conclusión.
  - otro \_\_\_\_\_
10. Dentro de las ventajas que has experimentado sobre realizar trabajo grupal o colaborativo con tus compañeros se encuentran
- mas rapidez y apoyo en la realización de tareas
  - ninguna pues siempre recargan a uno o dos estudiantes de todas las actividades y lo demás no hacen nada
  - mayor comprensión de la temática a desarrollar
  - mayor comunicación
  - otro \_\_\_\_\_
11. En una escala del 1 al 5 que tan eficiente consideras ha sido el trabajo colaborativo o grupal en el transcurso del año escolar
- 5 Excelente
  - 4 Sobresaliente
  - 3 Regular
  - 2 Bajo
  - 1 Nulo
12. En el trabajo colaborativo o grupal que has realizado identifica cual de las siguientes características ha sido la más relevante:
- se culminan las tareas a tiempo con resultados exitosos
  - cada estudiante asume una actividad que contribuye con la elaboración del trabajo final
  - se tienen en cuenta las ideas o aportes por cada uno de los miembros del equipo
  - no se tienen en cuenta las ideas o aportes por cada uno de los miembros del equipo, solo predominan las ideas de uno o los representantes
  - no se culminan las tareas a tiempo, pues no todos los miembros del equipo colaboran
13. Dentro de los equipos de laboratorio empleados en el estudio de moléculas fitoquímicas son:
- hidro destiladores, hornos, pulverizadores
  - hidro destiladores, hornos, pulverizadores, soluciones
  - hornos, pulverizadores, soluciones
  - hidro destiladores, hornos, pulverizadores, soluciones, matraces, pipetas, embudos etc.,
  - otro \_\_\_\_\_
14. En una escala del 1 al 5 identifique su gusto por las ciencias
- Mucho
  - Sobresaliente
  - Medio
  - Bajo
  - otro \_\_\_\_\_
15. En una escala del 1 al 5 mencione que tan creativas y motivadoras son sus clases de biología en la escuela, en la jornada de la mañana.
- Mucho, son mis favoritas
  - Sobresalientes, siempre estoy motivado y con ganas de entrar a clases, pero hay otras áreas que me gustan mas
  - Regulares, a veces me aburro
  - Bajos, deben mejorar
  - otro \_\_\_\_\_

**ENTREVISTA SOBRE EL USO DE PLANTAS MEDICINALES**

Entrevista N°:	Fecha: 02-02-2024	Entrevistador: Salome Mira	Curso: B-4				
Nombre del entrevistado:	Julio Jaramillo Arboleda	Edad: 62	Sexo: Masculino				
Lugar de nacimiento:		Años de radicado en el municipio: 20 años					
Ocupación: Medico naturista (X), agricultor ( ), campesino ( ), otro ( ) ¿cuál?							
Nombre común de la planta: Calendula							
Nombre científico de la planta: Calendula officinalis							
<b>DATOS GENERALES SOBRE LA (S) PLANTAS:</b>							
Ubicación: municipio/vereda: Santa Rosa	Coordenadas: 6.6794° - 75.4592°	Altitud: 2,586m					
Tipo de planta: hierba anual o bianual							
Hierba (X); Semiarbusto ( ); Arbusto ( ); Árbol ( ).							
<b>Hábito de crecimiento</b>							
Annual ( ); Bianual (X); Perenne ( )							
Usos: cardinesia, cosmetica, medicina, cosiliga, antes							
Alimenticio ( ); Frutales ( ); Medicinal (X); Tintóreas ( ); cosmético (X); otros ( )							
¿Para qué enfermedades utiliza la planta?							
A. Problemas en la piel							
B. Problemas gastrointestinales							
C. Problemas menstruales							
<b>Forma de uso de la planta (Preparación)</b>							
A. Emplastos	Baños	Macerados	Infusión (X)	Decocción	otros		
Descripción:							
B. Emplastos	Baños	Macerados	Infusión	Decocción	otros (X)		
Descripción:							
C. Emplastos	Baños	Macerados	Infusión	Decocción	otros (X)		
Descripción:							
<b>¿Qué parte de la planta utilizas?</b>							
A. raíz ( )	tallo ( )	hojas ( )	flores (X)	frutos ( )	otros		
B. raíz ( )	tallo ( )	hojas ( )	flores (X)	frutos ( )	otros		
C. raíz ( )	tallo ( )	hojas ( )	flores (X)	frutos ( )	otros		
<b>¿Con qué frecuencia la utilizas? (DOSIS)</b>							
Una sola vez ( )				Cuantas vez por día/cuantos días ( 2 / 10 )			
<b>¿Esta planta le genera efectos indeseables?</b>							
Mezcla esta planta con otras plantas si ( ) o, no (X), ¿Cuales?							

recipiente  
recipiente  
recipiente