

**LA CONSTRUCCIÓN DE RELACIONES ENTRE LOS DOMINIOS DISCIPLINARES DE
LA BIOLOGÍA, LA BIOQUÍMICA, LA QUÍMICA ORGÁNICA Y LA FITOQUÍMICA**

Estudio de caso: Cannabis sativa

KAREN LORENA ALFONSO LÓPEZ

DIRECTOR: SANDRA SANDOVAL OSORIO

Grupo de investigación: Estudios Histórico Críticos y Enseñanza de las Ciencias

**MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
BOGOTÁ, D.C., 2023**

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO DE ABREVIATURAS	5
CAPÍTULO I	6
1. INTRODUCCIÓN	6
2. PROBLEMA Y PREGUNTA PROBLEMA	9
3. OBJETIVOS	13
3.1 Objetivo General	13
3.1.1 Objetivos Específicos	13
FORMAS DE PROCEDER EN LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL	14
4. ANTECEDENTES REVISADOS	17
4.1 Investigaciones en el ámbito disciplinar	17
4.2 Investigaciones en el ámbito pedagógico y didáctico	24
5. LA BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA, QUÍMICA ORGÁNICA, LA FITOQUÍMICA Y SU RELACIÓN CON LOS CONCEPTOS DE GRUPO FUNCIONAL, PRINCIPIO ACTIVO Y MECANISMO DE REACCIÓN EN EL ESTUDIO DE LAS PLANTAS MEDICINALES ..	33
6. LA INTUICIÓN PARA FORMACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.....	40
6.1 El esquema de significado	42
7. LA OBSERVACIÓN, LA PERCEPCIÓN, LA CUANTIFICACIÓN DE EXPERIMENTOS Y LA ESTRUCTURACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS.....	45
7.1 Percepción	45
7.2 Cuantificación	46
7.3 Estructuración	48
8. LINEAMIENTOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DESDE UNA PERSPECTIVA FENOMENÓLOGICA PARA LA FORMACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS	50
9. LA CONEXIÓN ENTRE LOS FENÓMENOS Y LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS, UNA GUÍA PARA EL PROFESOR.....	55
10. HABILIDADES QUE REQUIERE EL PROFESOR DESDE UNA PERSPECTIVA FENOMENOLÓGICA (PSE) PARA DISEÑAR EL PROCESO DE TRASFORMACIÓN O FORMALIZACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS ASOCIADOS A LAS PLANTAS MEDICINALES	59

CAPÍTULO II	63
EL UNIVERSO DE LAS PLANTAS MEDICINALES	63
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL <i>CANNABIS SATIVA</i>	71
CAPÍTULO III	87
ACTIVIDADES EXPERIMENTALES APLICADAS AL ESTUDIO DE PLANTAS MEDICINALES	87
RESULTADOS DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO	95
ANÁLISIS DE RESULTADOS	106
CONCLUSIONES.....	123
CONSIDERACIONES FINALES	126
Bibliografía usada como antecedente de investigación.....	127
Bibliografía usada como antecedente de investigación disciplinar.....	127
Bibliografía usada como antecedente de investigación didáctico	128
Bibliografía usada como antecedente para relacionar los dominios disciplinares y los conceptos científicos elegidos	129
Bibliografía usada como fundamento conceptual.....	130
Bibliografía usada como fundamento experimental	131
Bibliografía usada como perspectiva fenomenológica	132
ANEXOS	133
Anexo 1	133
Anexo 2.....	134
Anexo 3	138

AGRADECIMIENTOS

La construcción de esta Tesis se la debo a Dios por darme fortaleza y sabiduría para continuar, a mi Madre quién incansablemente me apoyó, me presionó y regañó cuando era necesario. Le debo las noches en las que me acompañó, le debo el café que me preparó y las veces en las que me despertó para seguir, por eso y más Madre mía te debo la vida. Gracias infinitas por tu amor, por tu tiempo y dedicación; sin ti hoy no sería nada de esto posible.

Quiero agradecerles a mis abuelos Luis López y Mery Palmar quiénes me dieron fuerzas, ánimo y mucho amor cuando sentía que no podía más, gracias por su paciencia, hoy soy quien soy gracias al apoyo que me brindaron.

Agradezco a la Profesora Sandra Sandoval quién creyó en mis ideas y se mantuvo a mi lado apoyándome y guiándome en este hermoso camino de la enseñanza, gracias profe por encender una luz en la oscuridad y comenzar esta aventura conmigo, por ser la brújula que dirigió cada uno de nuestros pasos. Hoy profe, llegamos a nuestra primera parada, deseando que en el camino de la vida pueda seguir acompañándome en más aventuras. De verdad gracias, su ejemplo de disciplina y pasión por lo que hace, sus sabios consejos hicieron de mi barco un buque sólido que hoy zarpa dándole desde donde sea que se encuentre siempre, lo más gratos agradecimientos y mi total admiración.

Al Profesor Ricardo Benítez que me brindó sus ideas, su tiempo, su conocimiento en la construcción y en la dirección de este trabajo, sin su ayuda profe hubiésemos navegado sin mapa en este viaje, gracias.

A mis Evaluadores de Tesis Nohora Arias y Francisco Medellín por cada una de sus recomendaciones y aportes.

A mi Bakiry por su compañía en mis tardes y noches de estudio; y finalmente a mí por empujarme a lograr mis sueños a pesar de mis propios miedos y angustias.

Infinitas Gracias!

RESUMEN

Explorar en el contexto educativo las plantas medicinales tradicionales colombianas, en especial el *Cannabis sativa*: sus extracciones, métodos de identificación, determinación y análisis; es interesante pues estos son aspectos que implican generar relaciones entre dominios disciplinares de las ciencias naturales (Biología, Bioquímica, Química Orgánica, Fitoquímica) con conceptos científicos comunes o afines como Grupo Funcional y Principio Activo; a partir de la observación cualitativa pueden formarse, estructurarse y formalizarse sus significados utilizando las ideas del mundo de la vida de los estudiantes y dirigirlos hacia el conocimiento científico y la actividad experimental, una guía en la que el profesor deberá involucrarse para lograr significados correctos de los conceptos científicos que enseña y que explica.

ABSTRACT

The study of traditional Colombian medicinal plants, including Cannabis sativa, is a fascinating educational topic that allows for meaningful connections between various natural sciences disciplines such as Biology, Biochemistry, Organic Chemistry, and Phytochemistry. By exploring extraction, identification, determination, and analysis methods, students can gain a deeper comprehension of scientific concepts such as Functional Group and Active Principle. By incorporating qualitative observation and students' personal experiences, these concepts can be further developed and formalized. The teacher's guidance in facilitating scientific knowledge and experimental activity is essential in achieving a comprehensive understanding of the subjects being taught.

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

Biología (B)

Química Orgánica (QO)

Bioquímica (BQ)

Fitoquímica (FQ)

GF (grupo funcional)

PA (principio activo)

Mc RX (mecanismo de reacción)

AS (Aceite Esencial)

CR (Crema)

CM (Infusión)

EL (Extracto Etanólico)

EM (Ebullición)

ES (Esencia)

UN (Ungüento)

Arm (Aromático)

Fru (Frutal) **Mnt**

(Mentolado) **Lñs**

(Leñoso) **Mhs**

(Mohoso) **Rnc**

(Rancio) **Frs**

(Fresco)

PSE (Phenomenological Science Education)

PM (Plantas Medicinales)

TIC's (Tecnologías para la Información y la Comunicación)

+ (Positiva)

- (Negativa)

0 (Nula)

+/- (Media)

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo parte de la experiencia profesional e investigativa de la autora con el cultivo y aprovechamiento de plantas medicinales tradicionales colombianas; y también, de la perspectiva educativa que hace énfasis en el estudio de los fenómenos de la naturaleza privilegiando la observación y la actividad experimental, aspectos que implican la relación de los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica o un dominio disciplinar más específico como la Fitoquímica, una oportunidad para la formación de conceptos científicos.

Una de las reflexiones sobresalientes del trabajo de grado de pregrado de Alfonso, K (2018) y de la experiencia personal con en el cultivo, cosecha de plantas medicinales me han permitido probar las propias construcciones y perspectivas sobre la formación de la profesión docente en ciencias naturales, de las habilidades necesarias para presentar un concepto en clase y en el laboratorio y también, de cómo es posible que se relacionen diversos dominios disciplinares de la química para facilitar su comprensión. Pensar en cómo aplicar estas nociones a ensayos propios llevó a encontrar la manera de adaptarlos a las necesidades personales de profundización e investigación desde una perspectiva fenomenológica de las ciencias naturales en particular en el estudio de caso del *Cannabis Sativa* y las plantas medicinales tradicionales colombianas.

Entonces, revisar y repensar los aspectos relevantes que relacionan y que se pueden dar entre los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica al estudiar cualquier planta, en especial las usadas con fines medicinales parece tener sentido pues un acercamiento desde la etnobotánica en el cultivo, cosecha y aprovechamiento de las de plantas medicinales tradicionales colombianas ha llevado a involucrar los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica en general; con la profundización de conceptos que se relacionan a la Fitoquímica y acuden a la actividad experimental, una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias naturales.

Se considera que al incluir el estudio de las plantas medicinales para trabajar conceptualizaciones puntuales como **GF** (grupo funcional), **PA** (principio activo) y **Mc RX** (mecanismo de reacción) pueden ser de interés para examinar, profundizar y enseñar desde diversas especies vegetales que generen atención en el estudiante y tengan conexión con su mundo de la vida, para Koponen (2014) *lifeworld*.¹ La enseñanza de estos conceptos puede ser la oportunidad para desarrollar actividades experimentales que faciliten y dinamicen su estudio desde una perspectiva fenomenológica para incluir la actividad experimental en la clase, y a su vez para el profesor de ciencias.

¹ Mundo de la vida (*lifeworld*): es el mundo que percibimos a través de nuestros sentidos o experiencias sensoriales. Ostergaard, H & Dahlin (2007, p.123-129).

Para ello se propone la implementación de los cultivos y cosecha de siete plantas medicinales tradicionales colombianas; en especial el *Cannabis sativa*, sus usos no psicoactivos, en especial sus compuestos y características químicas que junto con la práctica experimental se convierten en singularidades de consideración que permiten plantear un conjunto de actividades experimentales que guían el proceso de enseñanza de conceptos que son comunes a los dominios disciplinarios de la Biología (B), Química Orgánica (QO), Bioquímica (BQ) y la Fitoquímica (FQ), como los de grupo funcional (GF), principio activo (PA) y mecanismo de reacción (Mc RX).

Pues bien, las ideas aquí planteadas aportan a la enseñanza de la química; primero, cuando se propone la observación como parte fundamental de la actividad experimental; segundo, cuando se propone al profesor integrar la actividad experimental en la clase de ciencias para la formación de los conceptos científicos de grupo funcional, principio activo, y mecanismos de reacción desde los fenómenos asociados a los cultivos y usos de las plantas medicinales. De ahora en adelante se precisarán estas ideas, así como los resultados que, se espera, permitan abrir un campo de investigación que involucre los fenómenos del mundo de la vida (*lifeworld*) para abordar el estudio y la práctica experimental de plantas medicinales en especial del *Cannabis sativa* para la formación de conceptos científicos que implican u relacionan los dominios disciplinares de la Biología (B), Bioquímica (BQ), Química Orgánica (QO) y la Fitoquímica (FQ).

Son entonces apropiadas las prácticas experimentales con plantas medicinales que implican la relación entre los dominios disciplinares para el fortalecimiento de estructuras mentales en los estudiantes como una oportunidad para abordar los conceptos científicos en el aula desde la observación, la actividad experimental y su análisis.

A propósito de Alfonso, K (2018) se retoma y considera “plantear una estructura mental que permita relacionar conceptos comunes entre campos de estudio de la química usando la actividad experimental y el análisis de fenómenos como herramienta principal” (p.80).

Seguidamente, también aquellas implicaciones a las que se verá enfrentado el profesor y su ejercicio cuando se guíe por esta perspectiva de enseñanza.

En razón con el contexto profesional y personal se logró determinar la aplicabilidad de las anteriores perspectivas a este trabajo de grado y a los problemas de mi propio mundo de la vida. Problemas que dieron paso a revisar, repensar y reestructurar este problema de investigación al intentar incluir otros dominios disciplinares con diferentes objetos de investigación con los comportamientos que sufren diversos fenómenos al ser alterados y al realizar observaciones detalladas de las mismas como las que se dan desde la experiencia por ensayos controlados en el trabajo con plantas medicinales tradicionales colombianas, un fenómeno de interés y relevancia que implica integrar los campos de la biología (B), la bioquímica (BQ), la química orgánica (QO) y la fitoquímica (FQ) al desarrollar los conceptos de GF y PA en los compuestos orgánicos que se extraen de siete muestras de plantas.

Recogiendo las bases planteadas hasta el momento y retomando lo mencionado es interesante explorar en el contexto educativo las plantas medicinales tradicionales colombianas, sus extracciones, métodos de identificación y análisis; aspectos que implican examinar diversos dominios disciplinares (**B, BQ, QO, FQ**) con conceptos científicos comunes o afines a estos; en donde a partir de la observación y la actividad experimental pueden formarse, reestructurarse y formalizarse los conceptos **GF, PA, Mc RX** donde los conocimientos e ideas del mundo de la vida estudiantil se dirigen hacia conocimientos científicos y hacia la actividad experimental.

2. PROBLEMA Y PREGUNTA PROBLEMA

A partir de una revisión bibliográfica exhaustiva y desde el acercamiento personal con los cultivos, cosecha y usos de plantas medicinales u de cualquier especie vegetal se encontraron que existen aspectos que implican la relación los dominios disciplinares de la **B**, **B.Q**, **Q.O** y la **F.Q** con los conceptos de: grupo funcional (**GF**), principio activo (**PA**) y mecanismo de reacción (**Mc RX**) y que estos aspectos que los relacionan son importantes en la enseñanza de la química cuando se incluye la observación como parte crucial de la actividad experimental.

En mi carrera como profesora de ciencias naturales y de química en particular, he observado que existe gran dificultad para presentar a los estudiantes aspectos que relacionan los dominios disciplinares de la química con los conceptos científicos estudiados en la clase de ciencias; también su aplicación en la vida diaria y su estudio en el laboratorio. Se hace difícil para el profesor pensar, organizar y diseñar experiencias desde la clase que generen curiosidad e interés por aprender acerca de los conceptos científicos y su aplicación en el *lifeworld* pues, los dominios disciplinares se estudian por separado y pocas veces se incluyen los aspectos que relacionan la química con dominios disciplinares como la biología, la bioquímica, la química orgánica; entre otros. La mayoría de los conceptos científicos específicamente en química tienden a presentarse a través de letras, símbolos, números, ecuaciones, unidades, leyes abstractas en las que el estudiante no puede participar usando sus propias percepciones y experiencias, dificultando aún más el reconocimiento de los aspectos que relacionan los dominios disciplinarios de la química con otros dominios y de los conceptos científicos que les puedan corresponder.

En la actualidad el conocimiento científico en la sociedad se ha presentado como aquella labor propia de una comunidad especializada; de esta forma no se relaciona de manera inmediata con las experiencias del mundo de la vida de los estudiantes cuando los conceptos son presentados en clase de una forma tradicional. Para alcanzar y guiar los aspectos que construyen las relaciones entre los dominios disciplinares, además de motivar su relevancia hay que examinar al profesor a la hora de diseñar actividades y construir espacios que comuniquen la experiencia y las percepciones sensoriales de los sujetos con las conceptualizaciones y perspectivas dadas en el campo de la ciencia, especialmente con las que incluyen el experimento para formar conceptos científicos, es por ello por lo que el profesor y sus habilidades para la enseñanza de las ciencias en el aula en general y el del laboratorio en particular, podrían presentar los conceptos científicos de forma que conecten con la curiosidad, las ideas, intereses, inquietudes, las intuiciones a partir de las cuáles se puedan plantear nuevas preguntas y dar posibles respuestas acudiendo al experimento y la observación de fenómenos del *lifeworld*, mundo de la vida para poder lograrlo.

Estas ideas y nociones se formulan de algunas preguntas que se incluyen y se desarrollarán a lo largo del proceso de investigación de este trabajo, aquellas que se plantean citando los documentos de Koponen (2014), *The role of the experimentality* y Ostergaard (2007), *From phenomenon to concept*, los cuales sugieren cuatro importantes fundamentos que servirían como eje de estudio y delimitación, respectivamente cuando proponen:

- ✓ La motivación del estudiante a la actividad experimental para significar los conceptos científicos.
- ✓ La caracterización de las relaciones que puedan existir entre los conceptos científicos, los fenómenos, sus alteraciones y que dan paso a la transformación de la comprensión de los estudiantes de los fenómenos que suceden en la vida diaria.
- ✓ Las competencias (habilidades) que requiere el profesor para diseñar este proceso de transformación hacia la comprensión a través de la formación de conceptos y la observación de fenómenos.
- ✓ Cómo se forman y/o desarrollan estas competencias (habilidades) en el profesor cuando éste enseña ciencias incluyendo la actividad experimental para la estructuración de conceptos científicos.

Los fundamentos que se han tomado y usado como fundamento de los documentos Koponen (2014) y Ostergaard (2007) tienen que ver y dirigen hacia la respuesta del problema de investigación cuando, primero se pregunta, ¿Cómo comprender los aspectos Biológicos, Bioquímicos y Químicos que se encuentran involucrarlos en el estudio de las plantas medicinales para que estos permitan integrar aspectos de la experiencia en el mundo de la vida de los estudiantes?; segundo, ¿Cómo relacionar estos usos, aplicaciones y experiencias con la formación de conceptos científicos?; tercero, ¿Cuáles habilidades requiere el profesor desde una perspectiva fenomenológica para diseñar este proceso de transformación o formalización de conceptos científicos asociados a los cultivos de plantas medicinales y su extracción?; cuarto, ¿Cómo se forman y promueven estas habilidades en el profesor desde una perspectiva fenomenológica a través del uso del experimento en la clase de ciencias?; quinto, ¿Pueden formarse habilidades simultáneas profesor-estudiante en el que se incluyan a propósito los conceptos aprendidos y su uso en prácticas de laboratorio que los apliquen?; sexto, ¿Podrían generarse relaciones entre el conocimiento científico y el contexto sociocultural de los cultivos, usos y extracciones de plantas medicinales con el estudiante para que este se permita incluirlos en su mundo de la vida por medio de la investigación, la generación de valores y reconocimientos de este patrimonio cultural?

Tras las reflexiones presentadas para este trabajo se piensa que recurrir a y problematizar la experiencia propia al implementar la observación, la actividad experimental y el análisis de los fenómenos puede generar un aporte a la enseñanza de las ciencias y la química, cuando se pregunta:

¿Cómo la observación y la actividad experimental podrán brindar herramientas propias para construir criterios de análisis comunes a los dominios disciplinares de la biología, la química orgánica, la bioquímica y la fitoquímica?

Al presentar la observación y la actividad experimental para la formación de conceptos cuando se incluye al estudiante para que éste reconozca la importancia entre ambos a través del uso de sus propios sentidos y percepciones donde el profesor guía y acompaña desarrollando y promoviendo habilidades simultáneamente. A lo largo de su implementación de este modelo, el profesor y el estudiante adquieren habilidades que le permiten enlazar lo estudiado con las situaciones investigadas (teorías, leyes, principios) y también eventualmente, con su cotidianidad, con su mundo de la vida por lo que es probable que contribuya a la generación de valores y reconocimiento del patrimonio cultural de las plantas medicinales.

La importancia de la actividad experimental y la enseñanza de las ciencias de la naturaleza se retoma del trabajo realizado por Koponen (2014) donde habla del rol de la actividad experimental en el proceso de formación de conceptos en física; se pensaron y adaptaron sus planteamientos para el proceso de formación de conceptos en química que se espera aporten a la práctica experimental haciendo énfasis en las relaciones establecidas entre la biología, bioquímica, química orgánica y la fitoquímica.

Ostergaard (2007) por otro lado, al mencionar a Carré (1993) resalta dos importantes dificultades de la enseñanza tradicional de las ciencias: primero, los estudiantes no logran construir significados de los conceptos científicos; segundo, el creciente desinterés hacía las asignaturas de ciencias. Al mismo tiempo cita a Hannover & Kesse (2004) donde mencionan que esto sucede debido a que el estudiante no logra relacionar el mundo de la vida y los conocimientos científicos aprendidos en el aula con las experiencias diarias (p.124).

Como alternativa a estas nociones se pensó que es oportuno entonces el diseño de un conjunto de actividades experimentales sobre plantas medicinales, basadas en un modelo de enseñanza de las ciencias desde una perspectiva fenomenológica; la cual propone el diseño de un currículo en ciencias a partir de la formulación explícita de objetivos de enseñanza para el profesor, los cuales son relacionar al joven científico y al estudiante con la teoría y la actividad experimental, de tal modo que se genere el desarrollo de mentes curiosas y métodos de investigación novedosos, como lo propone (Ostergaard, H & Dahlin ,2007, pp.124-129).

Se hace significativo incluir estos aspectos sobre el problema como alternativa de solución a las dificultades que se presentan en la enseñanza de las ciencias y de la química en especial. Por lo que se discutirá cómo sucede esto y cómo es posible dar la oportunidad al profesor de ciencias/química de transformar su propia experiencia si se permite desarrollar habilidades en el ejercicio docente, la organización, el diseño y la presentación de fenómenos al estudiante para que la estructuración de conceptos científicos sea efectiva en ciencias naturales. Se esperan que las respuestas a estas preguntas sirvan para orientar la pregunta de investigación.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Establecer, desarrollar y fortalecer las relaciones y/o conexiones entre los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica por medio del desarrollo de actividades experimentales sobre la caracterización, extracción y análisis de compuestos químicos presentes en las plantas medicinales; una oportunidad para la formación para Licenciados en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.

3.1.1 Objetivos Específicos

Indagar sobre las investigaciones que se han adelantado en el campo de las plantas medicinales, sus extracciones y métodos de análisis que permitan examinar los aspectos conceptuales comunes a los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica.

Delimitar los conceptos de Grupo Funcional (GF), Principio Activo (PA) y Mecanismo de Reacción (Mc RX) para precisarlos como elementos que dirigen el estudio e investigación de las plantas medicinales y su relación con los dominios disciplinares de la Biología (B), la Bioquímica (BQ), la Química Orgánica (QO) y la Fitoquímica (FQ).

Diseñar un conjunto de actividades que hagan énfasis en la observación y la actividad experimental; con el propósito de formar y formalizar los conceptos de Grupo Funcional (GF), Principio Activo (PA) y Mecanismo de Reacción (Mc RX) a partir de la caracterización, extracción y análisis de compuestos químicos presentes en siete muestras de plantas medicinales incluyendo en ellas el *Cannabis sativa*.

FORMAS DE PROCEDER EN LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Fase 1 – Con respecto al objetivo específico N°1 Indagar sobre las investigaciones que se han adelantado en el campo de las plantas medicinales, sus extracciones y usos que permitan examinar los aspectos conceptuales comunes a los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica. Se considera oportuno para ejecutar la investigación en esta fase realizar:

1.1 Recolección de información y análisis de las investigaciones relacionadas a las plantas medicinales en general y al *Cannabis sativa* en particular para establecer procesos de carácter experimental y las definiciones de las relaciones de análisis de esta tesis.

1.2 La definición de los aspectos conceptuales de carácter primario y secundario que se convierten en criterios para establecer relaciones entre los dominios disciplinares de la B, BQ, QO, FQ.

Fase 2 - Con respecto al objetivo específico N°2 Delimitar los conceptos de grupo funcional, principio activo y mecanismos de reacción para precisarlos como elementos que dirigen el estudio e investigación de las plantas medicinales y su relación con los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica.

2.1 En el estudio de los procesos de extracción y usos de las plantas medicinales se definen los criterios desde los cuales se identifican y planean las actividades experimentales relacionadas a los conceptos de GF, PA.

2.2 Se realiza la selección, cultivo de la planta medicinal con la cual se va a trabajar – *Cannabis sativa* descrita en la página 48, Capítulo II.

2.3 Se construye el diseño experimental planteado como prueba piloto que integra los dominios disciplinares B, BQ, QO, FQ para los conceptos relacionables de GF, PA en tres etapas: observación, extracción e identificación.

2.4 Se realiza la etapa 1 de la prueba piloto, inicia con la recolección, selección, preparación y extracción del material biológico a usar. Por medio técnicas tradicionales o analíticas, además de diversos solventes teniendo en cuenta los estudios experimentales consultados para este documento.

2.4 A partir de las observaciones detalladas y guiadas se espera predecir la presencia de Compuestos Químicos comunes a estas especies; con Grupos Funcionales representativos y Principios Activos característicos. Luego, se pretende que estas predicciones puedan ser puestas a prueba por medio de pruebas químicas cualitativas que las verifiquen, o no pero que, de paso a reconstruirlas, pero por medio de los conceptos químicos de GF, PA y Mc RX.

2.5 Identificación de grupos funcionales GF, a través de técnicas de extracción e identificación cualitativa (Observando más allá de los sentidos- colorimetría), Ensayo Shindoa (Descubriendo la Apigenina).

2.6 Identificación de GF y PA en extracto vegetales a través de espectroscopia UV vis e Infrarroja (IR), (Encontrando las señales).

Fase 3 - Con respecto al objetivo específico N°3 Diseñar un conjunto de actividades que hagan énfasis en la observación y actividad experimental; con el propósito de formalizar los conceptos de Grupo Funcional (GF), Principio Activo (PA) a partir de la caracterización y extracción de compuestos presentes en siete plantas medicinales tradicionales colombianas; caso de estudio para el *Cannabis sativa* por medio de pruebas cualitativas que enfatizen su propósito inicial.

3.1. Discutir el material reportado en los ensayos preliminares, las pruebas piloto de las cuales se espera determinar cuáles conceptos y significados serán incluidos en las actividades experimentales.

3.2. Validar si la observación y la actividad experimental sirven como estrategia metodológica de apoyo para estudiar a profundidad para formar, reestructurar y formalizar efectivamente los significados de los conceptos científicos de GF y PA.

3.3. Demostrar si el ciclo para la formación de conceptos es aplicable y efectivo para relacionar la enseñanza de la química y las ciencias naturales que a su vez acogen a el estudio de las plantas medicinales para los conceptos de GF, PA que incluyan el *Cannabis sativa* y las plantas medicinales en general.

Fase 4 - Elaboración de reflexiones e implicaciones pedagógicas sobre el rol de la observación y la actividad experimental en la clase de ciencias y de cómo ésta influye para la formación de profesores de química.

Estos aspectos se usan para vincularlos en la realización y ejecución de los Protocolos de práctica, la observación y la actividad experimental como herramientas que permiten formar, reestructurar y formalizar efectivamente los conocimientos e ideas de los estudiantes cuando el proceso de formalización de conceptos se hace productivo y aplicable Koponen (2014), pues se usa como referencia para la formación de conceptos que permiten relacionar la enseñanza de las ciencias de la naturaleza y la química de las plantas medicinales tradicionales colombianas con los conceptos de GF, PA.

Esta presentación es un documento estructurado para la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva fenomenológica donde se tiene en cuenta el papel de la observación y actividad experimental en la enseñanza de la química para la formación de conceptos.

Es necesario mencionar que los procedimientos basados en las ideas aquí presentadas se espera que sean de interés y logré contribuciones más adelante luego de ser puestas a prueba en el laboratorio de química, de allí se evaluará sí los conceptos científicos permiten generar aspectos que relacionen o no los dominios disciplinares de la química: B, BQ, QO y FQ y así facilitar su comprensión y enseñanza.

4. ANTECEDENTES REVISADOS

Se considera que es relevante apoyar este trabajo con antecedentes de investigaciones en dos sentidos; el primero, en el ámbito disciplinar; el segundo, en el ámbito pedagógico/didáctico. Sus aportes a la investigación se presentarán en las Tablas 1 y 2, se discutirán para indagar sobre los aspectos conceptuales precisos para diseñar las actividades experimentales que las incluyan.

4.1 Investigaciones en el ámbito disciplinar

Para el aspecto disciplinar que soporta este documento se revisaron los referentes conceptuales que abordan el estudio e investigación de las plantas medicinales en general y en particular para el *Cannabis sativa* pues, estos apoyan el proceso de investigación al guiar- delimitar las relaciones que se espera poder establecer entre los conceptos químicos que sean formados a partir de sus observaciones.

Estos referentes pertenecerán a las características físicas, químicas y biológicas, en especial a sus compuestos químicos presentes, y a los procesos de extracción y métodos de análisis. Así, cada uno se apoya del concepto y la definición que se usará para abarcar, diseñar y probar actividades experimentales que las integren y desarrollen.

N.º	Año	Lugar	Concepto Clave	Título	Autor	Enfoque	Dominio Disciplinar	Páginas	Aportes al P.I
1	2001	Zaragoza España	Fitoquímica de plantas medicinales	Farmacognosia - Fitoquímica 2da edición	Jean Bruneton	Mixto	Fitoquímica de plantas medicinales	Pág. 7-8	Definición de plantas medicinales
2	2014	UNAM México D.F	Cannabis	Cannabis sativa L., una planta singular	Ángeles, G; Brindis, F; Niizawa, S; Ventura, R.	Mixto	Botánica Cultivo cannabinoides	Pág. 1-6	Definición de la planta medicinal Cannabis sativa, Cultivo y cosecha.
3	2011	Bogotá D.C	Grupo Funcional	Aprendizaje de los grupos funcionales desde el estudio de las plantas medicinales	Román, J	Mixto	Enseñanza de la Química Orgánica desde las plantas medicinales	Pág. 1-135	Modelo de actividades experimentales para G.F
4	2015b	Bogotá D.C	Principio Activo	La enseñanza-aprendizaje de la Química a través de las plantas medicinales	Andica, Liliana	Mixto	Enseñanza de la Química Orgánica desde las plantas medicinales	Pág. 1-124	Modelo de actividades experimentales para P.A

5	2015	UNAM	Mecanismo de Reacción	Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional	Hernández, T; García, A; Bores, R	Cuantitativo	Enseñanza de la B, BQ, QO desde los mecanismos de defensa de plantas medicinales	Pág. 117-127	Definición de conceptos y significados para mecanismos de reacción biológica en plantas medicinales
6	2002	España	Química Orgánica	Química y metabolismo de los cannabinoides	González, S; Sagredo, O; Gómez, M; Ramos, J	Cuantitativo	Enseñanza de la QO desde los compuestos del cannabis medicinal	Pág. 3- 160	Definición de conceptos y significados desde el metabolismo de los compuestos químicos en la planta de cannabis.
7	2021	Madrid	ODS	Cannabis Sostenible, manual de políticas publicas	Kenzi Riboulet-Zemouli	Mixto	Enseñanza de las ciencias desde las políticas públicas	Pág. 1- 120	Aportes de investigaciones previas del cannabis y cáñamo como referentes conceptuales y políticas públicas que las soportan.
8	2004	Universidad de Valencia CSIC	Contexto socio cultural	Las denominaciones del cáñamo: un problema terminológico y lexicográfico	Rojo, J	Cualitativo	Terminología	Nº10 Pág. 66-79	Definición de conceptos y significados, aporte de terminología y contextualización sociocultural

Tabla 1: Antecedentes en el ámbito disciplinar (Elaboración propia)

La Tabla 1 contiene el grupo de documentos revisados, su aporte en la construcción de este proyecto de investigación: Se extrae la información más relevante en cada uno de ellos brevemente en este capítulo; más adelante se puntualizarán los conceptos más relevantes en la sección definición de conceptos estructurantes. A continuación, se presentan todos los antecedentes disciplinares usados para la caracterización final de los conceptos científicos más comunes o afines entre los dominios disciplinares que se quieren estudiar para incluirlos en el diseño de las actividades experimentales para el estudiante y el profesor de ciencias desde una perspectiva fenomenológica.

Iniciamos con la búsqueda de documentos relacionados a la fitoquímica, es allí donde Bruneton, J (2001) brinda un aporte cuando presenta definiciones claves para las generalidades en el estudio de la fitoquímica de las plantas medicinales desde un contexto tradicional hasta las generalidades de los componentes principales de las plantas medicinales. Del mismo modo incluye el estudio de la fitoquímica y la parte farmacológica general de las plantas de *Cannabis sativa* medicinal y psicoactivo en el que se da una visión farmacognosia². Es decir, en las sustancias de origen vegetal, pero en especial de su identificación o caracterización, (pp. 7-8).

Para continuar con el estudio del ***Cannabis sativa*** se consideró oportuno revisar a Ángeles, G y otros (2014) en el documento *Cannabis sativa una planta singular* en donde se presenta un enfoque diferente al de Bruneton, J (2001) pues es más específico para esta planta. El documento permite un acercamiento descriptivo y crítico hacia la prohibición y desconocimiento de los aspectos biológicos, botánicos y químicos de las especies de cannabis, así como de las genéticas más cultivadas. En el apartado de generalidades se describe de forma amplia algunas aplicaciones de los cultivos y usos de *Cannabis sativa*, retomado así de este documento el aprovechamiento de las plantas de cannabis a lo largo de los años; así como la evolución en sus usos y aplicaciones.

Se considera importante apoyar la construcción de este documento a partir del recorrido histórico del descubrimiento de aquellas características biológicas y botánicas de las plantas de *Cannabis sativa*, al mismo tiempo que presenta algunas terminologías de interés que podrían ser abordadas desde los dominios disciplinarios que se pretenden incluir.

Este documento presenta un aporte sustancial a la investigación, pues permite incluir otros aspectos de interés y relevancia para esta planta: la caracterización botánica y los diversos compuestos químicos de interés para el tratamiento de enfermedades y aplicaciones industriales pues cada uno de ellos es importante porque nos permite

² Nos referimos a una visión farmacognosia cuando definimos la farmacognosia como ciencia que se enfoca en el estudio de las sustancias de origen natural, poniendo especial interés en la identificación, descripción, análisis, comercio y uso terapéutico de sustancias de origen vegetal.

Villar del Fresno, A; Bermejo, P; Carretero, M (1999). Farmacognosia, conceptos generales. Farmacognosia general. España: Editorial Síntesis; 1999. (pp. 19-32).

fundamentar desde las plantas medicinales los conceptos relacionables como el de Grupo Funcional (GF) y Principio Activo (PA) para los dominios disciplinares de la bioquímica y la fitoquímica.

En la revisión de este antecedente fue posible encontrar que existen algunos compuestos relevantes en la planta que permiten caracterizarla junto a otras plantas medicinales, cada compuesto identificado con un grupo funcional característico; conexiones entre átomos particulares que permiten encontrar similitudes en la presencia o no de estos compuestos en plantas de *Cannabis sativa* con otras plantas medicinales como por ejemplo la albahaca, el eucalipto, la manzanilla, la menta, el pino, entre otras. En el capítulo del Universo de las plantas medicinales se describe más a fondo los criterios para el uso específicos de estas plantas; así como los grupos funcionales y sus compuestos químicos más representativos encontrados a lo largo de las revisiones de las cuales se espera tener significados precisos que sean relacionables a los dominios disciplinares que se espera estudiar a propósito de la fitoquímica y el *Cannabis sativa* a partir del documento *Cannabis sativa L*, una planta singular, (Ángeles y otros , 2014, pp. 1-6).

Dicho esto, se considera que **grupo funcional** es un concepto clave y estructurante que permitirá más adelante generar las relaciones entre los dominios disciplinares de la B, BQ, Q.O y la F.Q por lo que al realizar una revisión de fuentes se encontró en Román, J (2011) y su documento: El aprendizaje de los grupos funcionales desde el estudio de las plantas medicinales presenta información relevante para lo antes mencionado.

En el contexto del mundo de la vida de los estudiantes al presentar un trabajo de campo en el que se incluyen las plantas medicinales y los grupos funcionales como una relación de interés para el planteamiento de una serie de actividades teóricas y prácticas las cuales permiten pensar un modelo que se pueda adaptar a las necesidades, objetivos de esta investigación, cuando se recurre al autor.

“Para la enseñanza de los **grupos funcionales** utilizando como recurso didáctico la **estructura de los compuestos químicos orgánicos presentes en las plantas medicinales** más utilizadas en la región”... así mismo como lo propone el autor, en otra parte del mismo documento cómo “una posibilidad de contextualizar los conocimientos de química orgánica con algo real y tangible muy utilizado en el resguardo Cañamomo y Lomapieta y en general en el municipio de Supía. (Román, J, 2011, pp. 4,9).

Otro aspecto que se desea retomar de este documento es el que incluye las ideas iniciales de los estudiantes respecto al concepto de grupo funcional, así como su evolución en el desarrollo de actividades teóricas, desarrollo de competencias, generación de preguntas, desarrollo de pensamiento crítico y evaluación de los conocimientos revisados. Cada uno de ellos es importante porque nos permite fundamentar desde las plantas medicinales los conceptos relacionables como el de **grupo funcional** para los dominios disciplinares de la **química orgánica** en específico, Aprendizaje de los grupos funcionales desde el estudio de las plantas medicinales, (Román, J, 2011, pp.1-136).

Es porque ello que, al revisar la propuesta de Andica, L (2015) y Román, J (2010) en la enseñanza-aprendizaje de la química acudiendo al estudio de las plantas medicinales se nos permite contextualizar la enseñanza y aprendizaje de la química a partir de las plantas medicinales cuando profundiza en el concepto de metabolito secundario y **principio activo**, así como también su relación con la **química orgánica, la bioquímica y la fitoquímica especialmente**.

Retomando entonces que para Andica, L (2015) su estudio de las plantas medicinales se consideran la materia prima en la medicina alternativa y parte esencial en la medicina tradicional de las comunidades indígenas del territorio colombiano, especialmente en el Resguardo Indígena de San Lorenzo Rio sucio Caldas ya que este es rico en diversidad de plantas bastante utilizadas por los médicos tradicionales de la región aprovechando al máximo las bondades que estas ofrecen; razón por la cual este tipo de plantas se convierten en un material importante para la enseñanza- aprendizaje de la química orgánica, buscando generar motivación y un verdadero aprendizaje significativo en los estudiantes (p.9).

Actualmente los avances científicos y tecnológicos han permitido que de estas plantas se puedan conocer y extraer sus principios activos; compuestos químicos presentes en dichas plantas cuyas propiedades y características dependen de su composición y estructura, además de ser fuente principal para la obtención de hidrocarburos aromáticos, algunos ejemplos de estos son: los principios amargos, los aceites esenciales, alcaloides, taninos, flavonoides, terpenos, glucósidos, mucilagos. Es de gran aplicación los principios activos de las sustancias que se encuentran en plantas (Andica, L, 2015, pp. 26-29)

Con esta revisión se considera oportuno retomar el concepto de grupo funcional y principio activo propuesto por Andica, L (2015) para determinar su relación con las plantas medicinales y construir relaciones comunes entre los dominios disciplinares de la biología, bioquímica y química orgánica, dejando inquietudes sobre la relación entre estos dominios y los metabolitos secundarios; y su fundamentación hacia la fitoquímica, en el documento La enseñanza-aprendizaje de la Química a través de las plantas medicinales (Andica, L , 2015, pp.1 – 124).

Continuando con la revisión de antecedentes en las líneas hasta el momento marcadas por los dos conceptos anteriores se precisa que Hernández, T y otros (2015) en su documento fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional muestra a la fitoquímica como objeto de estudio y validez científica para los compuestos químicos y las actividades biológicas características de las plantas medicinales usadas en un pueblo de México como recurso natural de remedios caseros y tradicionales. Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán, (Hernández, T y otros, 2015, pp. 116-121). Teniendo en cuenta la parte socio cultural que ronda a través de la planta de *Cannabis sativa* se encontró en el documento de Hernández, T y otros (2015) gran relevancia para el trabajo de investigación porque incluye el estudio e investigación desde una mirada química cuando revisa los cannabinoides naturales y sintéticos más importantes de la especie *Cannabis sativa*, así mismo presenta de forma detallada cada uno de los mecanismos de acción, absorción, metabolismo / degradación, y la relación estructura – actividad química (pp.47-93).

Se hace relevante el documento de González, S y otros (2002) porque incluye terminología clave para la limitación de los conceptos a usar en las relaciones que se pretenden establecer entre los dominios disciplinares de la **B, B.Q, Q.O, F.Q**, en especial la Química y metabolismo de los cannabinoides, (pp. 3-160).

En la línea del estudio de la planta de *Cannabis sativa*, también ha sido notable el documento Cannabis Sostenible: Manual de Políticas Públicas – Alinear las políticas del Cannabis y del cáñamo con la Agenda 2030 de desarrollo sostenible, (Riboulet-Zemouli, K , 2021, pp.1 -120), documento es usado como antecedente porque permite un acercamiento y discusión de la planta de *Cannabis sativa* como un recurso natural que puede aprovecharse y protegerse bajo políticas públicas que la regulen, dejando atrás las visiones prohibicionistas que frenan el avance y descubrimiento científico de sus cualidades. Un desafío que podría ser de relevancia para la investigación pues integra las plantas de cannabis medicinal con los conceptos de **grupo funcional, principio activo, mecanismo de reacción** con las relaciones entre los dominios disciplinares de la **B, B.Q, Q.O, F.Q**.

“Por ello, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y su millón de temáticas constituyen una matriz relevante para analizar el Cannabis y las políticas públicas al respecto. Debido a sus características, a su cultivo y usos masivos, y a la diversidad de aplicaciones de los productos derivados de la planta, se encontró un vínculo entre la planta de Cannabis sativa y sus políticas públicas y al menos 64 de las 169 metas que forman parte de 15 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) entre los 17 con que cuenta la Agenda 2030 – una hoja de ruta mundial aprobada por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas (ONU)” en (Riboulet-Zemouli, K, 2021, pp. 7 -90).

Finalmente, para guiar nuestra búsqueda en aquellos aspectos relevantes para los conceptos científicos definidos para las plantas medicinales en general y en especial para las plantas de se retoman las denominaciones del cáñamo: un problema terminológico y lexicográfico, aquellas consideraciones relevantes y terminología de interés que permite brindar una base más sólida frente a los alcances y limitantes de este trabajo de investigación.

El documento critica la terminología de plantas de *Cannabis sativa*, la transformación de esta palabra con el tiempo y los nombres comunes en los que no se diferencian sus propiedades psicotrópicas de sus usos medicinales o de sus aplicaciones industriales o alimenticias; por lo que se sugiere incluir un lenguaje que las identifique y diferencie. (Rojo, J, 2004, pp. 65-73).

Los antecedentes disciplinares mencionados reúnen conceptos científicos con las características necesarias para estudiarse a fondo y usarse como base para la formación de los conceptos estructurantes y así diseñar las actividades experimentales que impliquen las relaciones entre los dominios disciplinares de las ciencias en especial de aquellos presentes en el estudio e investigación de plantas medicinales como el *Cannabis sativa*. La enseñanza de los conceptos de GF, PA y Mc RX a través de la propuesta de un conjunto de actividades experimentales para el estudiante y para el profesor, por lo que para su construcción y diseño se hace necesario revisar antecedentes de orden pedagógico y didáctico.

4.2 Investigaciones en el ámbito pedagógico y didáctico

En la siguiente sección de este trabajo se precisan los aspectos de fondo pedagógico y didáctico que aportan a la construcción y desarrollo de las actividades experimentales para los conceptos científicos de **G.F, P.A, Mc RX** desde la enseñanza de las ciencias pero haciendo énfasis en la enseñanza de la química; así como el modelo de enseñanza desde una perspectiva fenomenológica en la que se precisa como los científicos estudian el mundo natural entendiendo la ciencia y su enseñanza como la forma en la que se puede aprender a través del mundo de la vida.

Para ello los científicos usan habilidades como la observación, la deducción, la predicción, la clasificación, la evaluación, y la realización de modelos para estudiar el mundo de la vida.

Entonces, esta investigación demuestra que, a partir de la generación de preguntas, y habilidades prácticas desarrolladas en este modelo de enseñanza de la química desde el estudio e investigación de las plantas medicinales en especial del *Cannabis sativa* y sus características singulares como fenómenos de interés para ser abordados desde la enseñanza de las ciencias, pero peculiarmente de la química desde una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias a partir de conceptos científicos que los integren y que posiblemente incluyan algunos aspectos que los relacionen.

N.º	Año	Lugar	Concepto clave	Título	Autor	Objetivo	Enfoque metodológico	Dominio Didáctico	Páginas	Aportes al P.I
1	1990	Buenos Aires	Experiencia, Lenguaje, conocimiento científico	Enseñar Ciencia	Arcà, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P.	Definir la importancia de la experiencia para la creación de un lenguaje científico	Cualitativo	Pedagógico	Pág. 5-237	Definición de conceptos y significados
2	2007	Bogotá D.C	Procesos de formalización y conceptualización	Consideración sobre la matematización de conceptos físicos	Ayala M; Malagón, F; Garzón, M.	Incluir la matemática en el análisis de los fenómenos químicos	Mixto	Didáctico	Pág. 17-32	Define conceptos limitantes
3	2014	Helsinki	El rol del experimento	The role of experimentality in concept formation in physics: quantifying experiments	Koponen, I., Kurki-Suonio, K., Jauhainen, J., & Lavonen, J.	U. Helsinki, Ed. Physics Helsinki	Mixto	Didáctico	Pág. 1-6	Presenta un modelo de significación de conceptos

4	2000	Helsinki	El rol del experimento en la enseñanza de la física.	Generative role of experiments in physics and in teaching physics: A suggestion for epistemological reconstruction.	Koponen, I; Mäntylä, T.	University of Helsinki.	Mixto	Didáctico	Pág. 1-16.	Presenta sugerencias relevantes para el profesor al aplicar experimentos en la clase de ciencias
5	2007	Central and Eastern Europe	Phenomenological Science Education (PSE)	From phenomenon to concept: Designing phenomenological Science Education.	Ostergaard, E., Hugo, A., & Dahlin, B	Proceedings of the 6th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe	Mixto	Didáctico	Pág. 123-126	Presenta un modelo de habilidades para el profesor desde la educación fenomenológica en ciencias
6	2007	Central and Eastern Europe	Habilidades y competencias del profesor de ciencias desde (PSE)	From phenomenon to concept: Designing phenomenological Science Education.	Ostergaard, E., Hugo, A., & Dahlin, B	Proceedings of the 6th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe	Mixto	Didáctico	Pág. 126-129	Presenta un modelo para la enseñanza fenomenológica en ciencias

Tabla 2: Antecedentes en el aspecto didáctico (Elaboración propia)

La Tabla 2 anteriormente presentada contiene las referencias de los documentos revisados desde la parte pedagógica y didáctica, así como su aporte al proceso de investigación y desarrollo de este. A continuación, se presenta una breve discusión de estos aspectos considerando el o los autores del antecedente registrado en orden.

El libro *Enseñar Ciencia* de los autores Arcà, M; Guidoni, P & Mazzoli, P (1991) permite revisar el papel de la transformación gradual de la experiencia del sujeto en la construcción de conocimiento y del lenguaje científico, se retoma de aquí las nociones que sugieren la importancia de la experiencia como aquello que se vive en la interacción con el mundo, y que a diferencia del conocimiento, que es aquello que mantiene una conexión con el mundo pero que se vuelve a construir poco a poco a través de las experiencias que van transformando hacia el lenguaje de manera autónoma y tecnificada. (p.28).

La experiencia es considerada una excelente oportunidad para desarrollar el conocimiento científico, incluir la experiencia en el aula mediante prácticas de laboratorio cualitativas que generen la integración de la observación, la deducción, la predicción, la clasificación, la evaluación, la diferenciación y la realización de modelos para estudiar los fenómenos y las alteraciones ocurridas en el mundo de la vida, abordando las temáticas desde un lenguaje relacionado con las experiencias que se ponen en juego para su estudio e ir formalizándolo con el avance en los niveles de jerarquía de la formación de conceptos.

La observación de los fenómenos hace que se consideren notables las apreciaciones de sobre la formalización de los conceptos y matematización de los fenómenos del mundo de la vida. El documento de Ayala, M; Garzón, M; Malagón, F (2007) soporta la idea de acercar al estudiante con la observación cualitativa y el experimento para vincularlo con la teoría; al no presentarlo como un resultado de la teoría; si no, por el contrario, verlo desde la perspectiva de que es la prueba real de lo que establece una teoría.

“Ver al experimento desde esta perspectiva, hace que la teoría resulte siendo el camino que permite saber en qué consiste, qué efectos produce, **qué se debe observar y qué se debe medir**, lo que conlleva a ver cómo funciona el mundo físico desde una organización de leyes y la estructuración de estas teorías. En este sentido la teoría es vista como el resultado del experimento, generando así, una relación entre teoría experimento”. (Ayala, M; Garzón, M; Malagón, F, 2007, p.26).

Así, la observación y la actividad experimental se desarrollarán y aplicarán en todo este trabajo. Se pretende que se reconozca la importancia de ambos, y que a lo largo de la implementación de esta el profesor adquiera habilidades que le permitan enlazarlo y aplicarlo a su cotidianidad. Alfonso, K (2018) lo considera y lo relaciona con la importancia de lo propuesto en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, pues si el experimento es base para explicar fenómenos y se usa como base para enseñar conceptos, el aprendizaje de las ciencias y su afinidad hacia ellas serán mayores (pp. 21-22).

Este antecedente es una base fundamental desde el aspecto disciplinar y didáctico de este trabajo, pues permite pensar que las ciencias son el ámbito en el que los estudiantes pueden adquirir habilidades para comprender y explicar fenómenos del mundo de la vida, los fenómenos del mundo natural.

Las explicaciones de sus observaciones pueden ser orientadas a partir de la dependencia mutua entre la teoría y la actividad experimental, es decir, que el estudiante brinde explicaciones a sus observaciones a partir de las teorías, o que, por otra parte, pueda concretar lo que sabe de las teorías a partir de la actividad experimental. Pero esto no sucede, la realidad es que la clase de ciencias ha ido perdiendo el interés por parte de los estudiantes pues para ellos, aunque sea clara la teoría “si no puede verse, no existe”, en efecto se debe a que la clase de ciencias se ha ido enseñando de manera tradicionalista y no se ha vinculado a lo que podemos llamar la realidad en donde las observaciones y las percepciones puedan ser un punto de partida para la estructuración de los conceptos científicos.

Como profesores de ciencia y química, podemos reconocer que para el estudiante es importante vincular su percepción a aquello que aprende, pues le facilita asociar los conceptos aprendidos con los fenómenos que ocurren durante una experiencia; para ello se debe considerar que, por un lado, las experiencias deben ser sencillas, aplicables a varios campos y, sobre todo, muy ricas en conocimiento; pero, por otro, la teoría debe ser clara para el estudiante para solucionar problemas, tomar decisiones, crear estrategias para mejorar resultados y descripciones de los conceptos aprendidos.

Es por tanto que puede considerarse el diseño o creación de una ruta de trabajo para el profesor en el que se aborden los problemas de aprendizaje y enseñanza que presentan los estudiantes en las ciencias de la naturaleza en general y de la química en particular. Si el diseño de esta ruta se lleva a cabo de manera adecuada aportará un sinnúmero de información para la creación de nuevas líneas de investigación en este campo. En este trabajo se considera si dicha ruta de solución determinará o no si la observación y la actividad experimental deben ser dependientes una de la otra a la hora de enseñar un tema en química u otra disciplina relacionada a esta.

Seguir implantando teorías sobre estructuras mentales preexistentes hace que el conocimiento sea aprendido memorísticamente. Del mismo modo sucede con la actividad experimental, si esta no es fundamentada por teorías pierde su validez y por ende su credibilidad. Por tal motivo cabe pensarse sobre la relación y dependencia que tiene la teoría con la observación y la actividad experimental y viceversa para las ciencias de la naturaleza.

Finalmente, se espera que la formación de conceptos guiada por las percepciones y cuantificaciones que puedan hacer los estudiantes sean de gran ayuda para desarrollar habilidades matemáticas y otras formalizaciones que le permitan dar una mejor interpretación a los conceptos y los dominios disciplinares tomadas en cuenta para la fundamentación de las actividades experimentales con plantas medicinales.

Para Koponen, I; Mäntylä, T y otros (2000) en el caso de la física, esta es una ciencia experimental porque posibilita la verificación y cuantificación de un fenómeno natural determinado, el cual puede ser sometido a situaciones específicas que pueden ser alteradas y reproducibles tantas veces se necesite para identificar y encontrar características particulares.

Esto mismo se puede afirmar de la química, es así como la química necesita mostrar sus teorías con experimentos, pero a diferencia de la física, la **química** es una ciencia que tiene como objeto de estudio el comportamiento, la estructura y las propiedades y los cambios que sufren de las sustancias. El estudio de la estructura y composición de la materia crea un mundo microscópico de lo que hasta ahora se conoce.

Pensar esto desde la mirada del estudiante cuando le enseñamos un concepto en el tablero; este no logra relacionar dichos conceptos presentados con lo que ve o puede abstraer de sus observaciones, pues la experiencia del estudiante está delimitada con lo que puede observar en aquel tablero; letras, números, símbolos, abreviaciones que no se relacionan con su mundo de la vida. Por eso las observaciones de los estudiantes y lo que deriven de esta estarán sujetas a la forma en que el profesor lo presente y las habilidades que posea para esto.

Se pretende entonces llevar la observación a un nivel superior en que estas puedan ser relacionadas con descripciones que no pueden ser expresadas con números (cualitativas) por ejemplo: su color, su olor, su textura, su sensación en la piel. El enseñarle al estudiante algo que no puede ver como los átomos dificulta sus perspectivas y modifica la experiencia que hasta el momento había adquirido con lo observado y aprendido. Entonces como profesor, ¿cómo puedo enseñarle a un estudiante que existen átomos, moléculas, macromoléculas, y reacciones químicas cuando en el tablero lo único que puede observar son letras, números y flechas?

Siendo esto de relevancia para la construcción de este trabajo se encontró en Koponen (2014) una alternativa para esta apreciación. En su trabajo de investigación para la formación de profesores en ciencias naturales describe un proceso en el cual los experimentos comienzan a tener peso facilitando la comprensión de la teoría a través de la **observación** en un ciclo para la formación de conceptos, donde las **percepciones** de las observaciones dan paso a la creación de significados correctos pero basados en conocimiento científico en diferentes grados de complejidad u profundización (esquema de significado). De modo que observar es la forma natural en la que vemos el mundo de la vida pero es más que simplemente darse cuenta de algo. (pp.2-4).

La observación implica la percepción, observar nos permite percibir situaciones a través de los sentidos y de esta forma tener consciencia sobre ellos, tomar decisiones y así mismo darles o no relevancia. Es decir, toda la información que podemos abstraer de los que observamos, oímos, olemos, sentimos se dirige a un esquema de significado jerarquizado por el **conocimiento cualitativo**; las propiedades que no requieren de cantidades para ser expresadas como el color, el olor, el sabor, su textura; luego esta información ingresa hacia la representación cuantitativa y finalmente, la explicación

cuantitativa, donde se explican las observaciones a través de descripciones y explicaciones sustentadas por conceptos científicos, cantidades, teorías, modelos o leyes científicas.

Buckely, D y otros (2005) Consideran que los científicos utilizan la observación para recopilar y registrar datos, de esta forma construye sus ideas y luego prueban sus hipótesis y teorías acerca del mundo de la vida.

Los objetivos generales de la ciencia son comprender los fenómenos naturales y explicar cómo pueden cambiar con el tiempo. Para lograr estos objetivos, los científicos observan cuidadosamente los fenómenos naturales y realizan experimentos con ayuda de sus sentidos e instrumentos.

Las observaciones producen lo que los científicos llaman datos. Los científicos analizan e interpretan datos para descubrir cómo los datos informan y aportan a sus hipótesis y teorías. Los datos se pueden representar mediante gráficos o modelos detallados, pero en el nivel más básico, los datos son solo observaciones registradas muy detalladas y guiadas hacia la construcción de un significado descrito por propiedades. (Buckely, D y otros, 2005, pp.1-32).

Para dar paso a la formación de esta relación Koponen (2014) sugiere que la **intuición** (Ver Ilustración 1) es como una chispa que inicia el ciclo, pues a partir de la **observación** es posible generar **representaciones e interpretaciones** expresadas en ideas generales, ejemplos, **predicciones** de lo que puede suceder cuando un fenómeno es alterado bajo condiciones normales. Las alteraciones que sufre el fenómeno son observadas, medidas y puestas a prueba pues hacen parte del proceso experimental, el cual pretende arrojar datos cuantitativos capaces de ser ordenados, relacionados y fundamentados por otros conceptos, cantidades y leyes que permiten dar una descripción explicación más completa y a su vez dan paso a la formalización de los conceptos cuando sus significados son construidos a través de la observación y la actividad experimental, generando una conexión entre la naturaleza de un fenómeno y de cómo su comportamiento es entendido a través de diversas teorías científicas y modelos (p.4). Entonces estas apreciaciones resultan interesantes y se considera que es oportuno para abordar la observación de siete plantas medicinales nativas colombianas entre las cuales se encuentra el *Cannabis sativa*. A partir de las observaciones detalladas y guiadas se podrá predecir la presencia de compuestos químicos comunes a estas especies; con grupos funcionales representativos y principios activos característicos. Luego, se pretende que estas predicciones puedan ser puestas a prueba por medio de pruebas químicas cualitativas que las verifiquen, o no pero que, de paso a reconstruirlas, pero por medio de los conceptos químicos de **GF, PA y Mc RX** (Sin embargo es importante aclarar que para abordar esta última, mecanismo de reacción se hace necesario generar estudios e investigaciones más detalladas que den cuenta de las actividades biológicas, los mecanismos de reacción cada uno de los principios activos estudiados, por lo que de aquí en adelante se profundizarán los conceptos de grupo funcional y principio activo, y de cómo estos conceptos científicos serán claves para la realización de actividades experimentales que las incluyan).

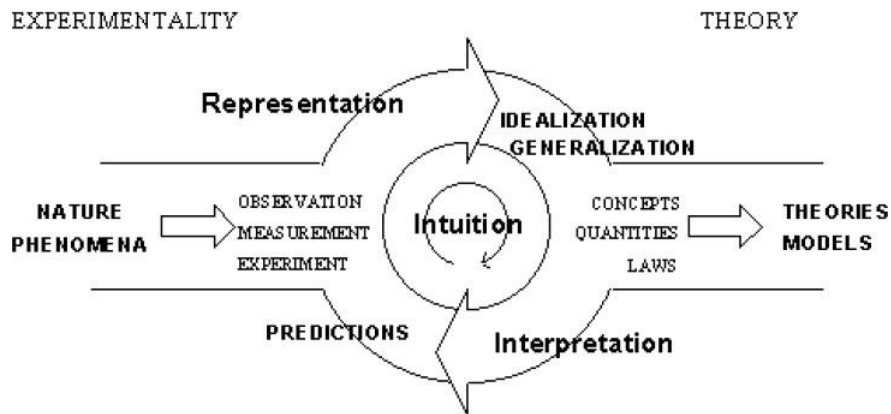


Ilustración 1: Ciclo para la formación de conceptos científicos; desde el fenómeno hacia la teoría (Koponen 2014, p.3)

Science Learning Hub una página del Gobierno de Nueva Zelanda del año 2023 propone en su programa *Curious Mind*³ la observación como la parte más importante de su curso de ciencias, por medio de artículos científicos muestra la forma en la que se puede aprender a observar, a aportar con estas observaciones a la construcción de ciencia y finalmente a resolver problemas, por lo que de este sitio web se retoma y traduce que la observación requiere la práctica y a su vez debe estar acompañada de conocimiento científico para que puedan ser mejoradas y para que logren a través de estas realizar mejores juicios, la observación se dirige hacia el conocimiento científico cuando:

1. Las observaciones son motivadas por preguntas apropiadas.
2. Las observaciones están relacionadas con un conocimiento previo cada vez mayor sobre el tema u objeto.
3. Se nos da la oportunidad de discutir, compartir, comunicar y debatir nuestras observaciones.

Entonces, la observación ha sido clave para el diseño y construcción de actividades experimentales para la formación de los conceptos científicos de **GF**, **PA** y **Mc RX** pues, se espera que a través de la observación se logre relacionar dominios disciplinares de la biología, bioquímica, la química orgánica; por lo que observaciones más detalladas permitirán abordar dominios disciplinarios más complejos como los que competen a la fitoquímica y a los ensayos cuantitativos.

La observación genera aportes a la construcción de ciencia en el aula y en el laboratorio cuando le permite al estudiante desarrollar habilidades para apreciar la importancia de la observación (el acto de notar y registrar algo) en lugar de simplemente mirar o ver.

³ New Zealand Government. (2022). *Curious Mind program* – <https://www.mbie.govt.nz/science-and-technology/science-and-innovation/funding-information-and-opportunities/investment-funds/curious-minds/a-nation-of-curious-minds-he-whenua-hihiri-i-te-mahara>

También, para explicar por qué las buenas habilidades de observación son importantes para los científicos y discutir sobre las características importantes de nuestras plantas medicinales nativas y hacer inferencias a partir de sus observaciones y conocimientos previos sobre estas.

Por lo que se discutirá en la siguiente sección la actividad experimental y la formación de conceptos a partir de observaciones, también las competencias de enseñanza desde una perspectiva fenomenológica que deba desarrollar el profesor que se guie desde esta perspectiva.

5. LA BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA, QUÍMICA ORGÁNICA, LA FITOQUÍMICA Y SU RELACIÓN CON LOS CONCEPTOS DE GRUPO FUNCIONAL, PRINCIPIO ACTIVO Y MECANISMO DE REACCIÓN EN EL ESTUDIO DE LAS PLANTAS MEDICINALES

Para responder a la pregunta de esta sección ¿Cómo comprender los aspectos biológicos, bioquímicos y orgánicos incluidos en el uso de plantas medicinales considerando aspectos de la experiencia en el mundo de la vida? Se hace necesaria la discusión sobre los objetos de estudio particulares de los dominios disciplinares (B, BQ, QO, FQ) desde la *American Chemical Society* como base para la revisión bibliográfica y de cómo estas perspectivas u objetos de estudio aportan a la comprensión de las relaciones entre las teorías y el experimento para la formación de conceptos científicos de **grupo funcional (G.F)**, **principio activo (P.A)**.

La forma en la que los conceptos científicos en general adquieren significado para el estudiante son propuestos por Koponen (2014) en el documento *The role of the experimentally in concepts formation*. El rol de la actividad experimental en la formación de conceptos en ciencias es aquella que se favorece a partir de metodologías científicas en la búsqueda del conocimiento, como lo sugiere Bembibre, C (2022). Esto se discutirá para la enseñanza de las ciencias naturales y de la química en particular, puntualizado en que el significado de cada concepto en química está ligado a las formas empíricas en las que se determina. Esto significa como ya se ha dicho que para comprender los conceptos científicos es necesario que estos no se introduzcan inicialmente en estructuras mentales teóricas preexistentes, en cambio, se puede hacer de la actividad experimental un ámbito significativo para el estudiante al presentarlos.

Pues bien, en este orden de ideas los aspectos mencionados aquí serán discutidos desde la naturaleza y el origen de los conceptos científicos **G.F, P.A, Mc RX** y la relación con la enseñanza y la estructura del conocimiento de la **B, B.Q, Q.O** y la **F.Q**. Los conceptos elegidos son generales y unificadores puesto que rigen y aportan a este proyecto de investigación y a su vez se encuentran íntimamente ligados a los fenómenos en el mundo de la vida y los conceptos que aquí se desean presentar y que son fundamentales en los procesos de estudio de las plantas en general y de las plantas medicinales, del *Cannabis sativa* en especial. Con esta intención Green, E & otros (2022) sugieren que hay una tendencia moderna hacia la exploración interdisciplinaria y la unificación del conocimiento científico en la investigación de diferentes campos lo que ha dado como resultado una aplicación significativa del campo de la biología con otras disciplinas científicas.

Los principios modernos de otros campos como la química, la medicina y física se han integrado con los de la biología en áreas como la bioquímica, la biomedicina, la biofísica, así también como en la **Biología, B** de los animales, plantas y microorganismos; su interés principal se ocupa específicamente del origen y los procesos vitales de los organismos vivos, idea clave en el estudio de las plantas medicinales y los procesos característicos que las identifican a través de sus propiedades.

Desde la siguiente perspectiva la **Bioquímica, B.Q** explora los procesos químicos relacionados con los organismos vivos. Según la definición de *American Chemical Society* la bioquímica se centra en el estudio de como las moléculas biológicas dan lugar a los procesos que ocurren entre células, y con otras células. Puntualmente en la bioquímica se precisa examinar las relaciones estructura-actividad de los compuestos que interactúan con los organismos vivos y de cómo estos compuestos químicos son determinantes en su crecimiento y desarrollo, ésta idea es clave pues logra relacionarse a las plantas, en especial a las que producen compuestos químicos particulares, una oportunidad para incluirlos con los cultivos de precisión del *Cannabis sativa* y otras plantas medicinales tradicionales colombianas.

La química orgánica, **Q.O** a diferencia de la biología, **B** y la bioquímica, **BQ**; estudia las propiedades físicas y químicas de las moléculas orgánicas aplica los conceptos teóricos para sintetizar moléculas complejas similares o iguales a las que encontramos en la naturaleza según las definiciones de la *American Chemical Society*. La química orgánica logra examinar e identificar las características específicas y los mecanismos de reacción de los compuestos orgánicos, los compuestos químicos producidos por organismos vivos como las plantas, las propiedades químicas, las características, la identificación y extracción de los compuestos metabolizados por las plantas, en especial las medicinales junto con los conceptos científicos de **GF** y **PA** que los incluyen y logran implicarse con la actividad experimental y con el mundo de la vida en la observación y verificación de los compuestos químicos presentes y particulares a las plantas que se desean examinar.

Para aclarar los aspectos **biológicos, bioquímicos, orgánicos y fitoquímicos**, tenemos en cuenta ésta última, la **fitoquímica, F.Q** como relación existente entre química y botánica, y los compuestos que pueden aislarse de plantas, material vegetal como hojas, flores, tallos, raíces. La determinación de las propiedades moleculares está directamente relacionada con la química. Burrell, R (1937) considera a la fitoquímica con dos grandes objetos de estudio; el primero, el estudio de la composición química de las plantas; el segundo, la explicación de los diversos procesos de las plantas en los que se relacionan los fenómenos químicos. Se incluye la detección cualitativa de los componentes de las plantas medicinales, el aislamiento de estos componentes, la estimación cuantitativa de estos; a priori, se logra dar respuesta a los aspectos biológicos, bioquímicos y orgánicos relacionados con la fitoquímica y con los conceptos de grupo funcional, principio activo y mecanismo de reacción y con el mundo de la vida. (pp. 2-38)

Los conceptos de Grupo Funcional, **G.F**; Principio activo, **P.A**; Mecanismo de Reacción, **Mc RX** son ejes o elementos conceptuales que pueden ayudar a vincular los diferentes dominios disciplinares que se pretenden estudiar, con el propósito de los cuales se diseñan y desarrollan actividades experimentales específicas de extracción, de identificación y estudios analíticos de los compuestos químicos presentes en el *Cannabis sativa* y en otras seis muestras de plantas tradicionales colombianas.

Este es un reflejo de una mirada sobre la enseñanza de la química donde se está interesado en encontrar elementos que conecten estos dominios disciplinares; porque para abordarlos se recurre a la actividad experimental para la formación de los conceptos científicos de GF, PA, y Mc RX.

Estos conceptos son útiles porque permiten abordar el problema de investigación de la B, BQ, QO y la FQ pues son conceptos que se hacen comunes porque existe una estructura conceptual principal que los relaciona y que permite ir complementando cada dominio a propósito de los diferentes fenómenos de estudio e investigación. Es entonces aquí donde la actividad experimental se pone en juego como parte de la relación teórico - experimental con los fenómenos del mundo de la vida de los estudiantes. Los posibles conocimientos que de allí deriven son productos de logro, ya que no sólo con los protocolos o técnicas de actividad experimental clásicas para el estudio se logra acercar al estudiante con la actividad científica.

Dicho esto, se acude a una definición inicial para cada uno de los aspectos conceptuales involucrados.

Como lo sugiere Chang, R (2007) **grupo funcional** es el átomo o grupo de átomos en una molécula, donde se lleva a cabo la reactividad bajo ciertas condiciones, otra referencia sugiere que es la zona más reactiva de la molécula.

Seguidamente, Andica, L (2015) propone que el **principio activo** está conformado por compuestos químicos presentes en las plantas cuyas propiedades y características dependen de su composición y estructura, además de ser fuente principal para la obtención de hidrocarburos aromáticos, algunos ejemplos de estos son: los principios amargos, los aceites esenciales, alcaloides, taninos, flavonoides, terpenos, glucósidos, mucílagos.

Para terminar Chang, R (2007) presenta el **mecanismo de reacción** como una serie de teorías que acuden a la mecánica cuántica para explicar el cómo y por qué los cambios químicos en una reacción química desde su inicio hasta su finalización; generalmente una reacción química se describe indicando los reactivos y productos, sin tener detalles de cómo se transforma uno en otro. Estos mecanismos de reacción son las posibles etapas que se dan en una reacción química y con ello logra comprenderse cómo suceden las reacciones, que enlaces se rompen, y cuales se forman, que características tienen los átomos que atacan a otros átomos; por lo que se habla de un sustrato⁴ y un reactivo. Estas definiciones son puntuales porque en el transcurso de la construcción de este trabajo de investigación se espera sean estructuradas usando el ciclo para la formación de conceptos Ilustración 1 y el esquema de significación Ilustración 2 de Koponen (2014).

⁴ Sustrato: es la sustancia orgánica que contiene los átomos de carbono que serán atacados y el reactivo es la sustancia que ataca, en muchos casos se trata de compuestos inorgánicos.

Los aspectos conceptuales de **G.F, P.A, Mc RX**, se hacen necesarios de definir desde los diversos dominios disciplinares a trabajar inicialmente **B, B.Q, Q.O**, pero son definitivos en la búsqueda de aquel concepto que la relacione con la **F.Q** en especial.

Abajo se presenta un acercamiento de los conceptos relacionables con cada uno de los dominios disciplinares en este la Tabla 3.

CONCEPTOS RELACIONABLES DOMINIOS DISCIPLINARES	<u>GRUPO FUNCIONAL</u>	<u>PRINCIPIO ACTIVO</u>	<u>MECANISMO DE REACCIÓN</u>
BIOLOGÍA	a. Compuestos presentes en las plantas medicinales con diferentes características y funciones biológicas. Casariego, Z (2016)	b. Compuestos presentes en las plantas medicinales cuya función es proteger del ataque de plagas y depredadores. Restrepo, J (2011)	c. Clasificación de las plantas según su acción farmacológica. Guzmán, V (2009)
BIOQUÍMICA	d. Grupos representativos capaces de interactuar con moléculas de carácter biológico. Díaz, M (2018)	e. Componente con capacidad o propiedades farmacológicas. Tamosiunas, G y otros (2013)	f. Reacciones de defensa se reflejen en una diversidad bioquímica de compuestos. Vivanco, J y otros (2005)
QUÍMICA ORGÁNICA	g. Son los sitios específicos de los compuestos orgánicos que atacan más frecuentemente otras sustancias químicas, son los sitios con funciones químicas. Vivanco, J y otros (2005)	h. Sustancias o compuestos activos con carácter farmacológico las plantas, crudas o extractadas pueden contener mezclas complejas de sustancias químicas orgánicas que incluyen: ácidos grasos, esteroides, alcaloides, flavonoides, glucósidos, saponinas, taninos y terpenos. Vivanco, J y otros (2005)	i. Cualquiera de los componentes mencionados puede tener una actividad biológica en humanos: absorción, distribución, metabolismo. Vivanco, J y otros (2005)

<p style="text-align: center;">FITOQUÍMICA</p>	<p>j. Estudios fitoquímicos de especies de plantas medicinales han mostrado la presencia de metabolitos secundarios como flavonoides, triterpenos, antocianinas, ácidos grasos, compuestos fenólicos y taninos.</p> <p>Vivanco, J y otros (2005)</p>	<p>k. Los metabolitos secundarios son los compuestos responsables de las propiedades medicinales y farmacológicas de las plantas, y pueden ser aprovechados en diferentes industrias.</p> <p>Ochoa, L; Sarmiento, A (2018)</p> <p>Se cree que existen alrededor de 170.000 metabolitos de origen vegetal, lo que sugiere la investigación de nuevas especies vegetales para la contribución en la búsqueda de nuevos compuestos.</p> <p>Degolda & Murray (2017)</p>	<p>l. Actividad biológica: antimicrobiana, antioxidante, antifúngica, antidiabética, nefro protectora y la actividad citotóxica; encontrar la concentración mínima del extracto activo y determinar la estructura del o de los compuestos activos, mediante pruebas químicas y espectroscopia.</p> <p>Martínez, A (2020).</p>
---	---	--	---

Tabla 3: Relación de los dominios disciplinares y los conceptos químicos elegidos para el diseño de las actividades experimentales.

(Elaboración propia)

La Tabla 3 permite relacionar cada dominio disciplinar **B, BQ, QO, FQ** con cada concepto científico a estudiar **GF, PA, Mc RX**. Se definen y caracterizan cada uno de ellos y se les delimita para que puedan seleccionarse como aspectos clave para la construcción y diseño de actividades experimentales cualitativas que las integren usando la observación y la actividad experimental con plantas medicinales tradicionales colombianas incluyendo el *Cannabis sativa*.

Es por ello que de aquí en adelante se presentarán los resultados y ajustes de este trabajo de grado, en especial para los conceptos de **Grupo Funcional y Principio Activo**, un ajuste a los conceptos que han hecho posible direccionar este trabajo hacia una mirada de determinación del *Cannabis sativa* y su comparación con otras especies medicinales que reúnen los compuestos y comportamientos de interés; particularmente los encontrados en la anterior Tabla 3; pues el **concepto central de metabolitos secundarios – flavonoides y terpenos** desde los conceptos estructurantes de **GF y PA** en especial se consideró que al ser **observados en el laboratorio de química** con estudios cualitativos que incluyen las percepciones sensoriales, la intuición, el análisis de las observaciones, la realización de modelos, la resolución de problemas que han permitido determinar las fortalezas y debilidades de este modelo de enseñanza aplicado para estos conceptos científicos desde una perspectiva fenomenológica de las ciencias para la construcción de relaciones relevantes entre diferentes dominios disciplinares de la química que incluya a las plantas medicinales y sus metabolitos secundarios, estudio de caso *Cannabis sativa* para encontrar Flavonoides y Terpenos como ejes de estudio, diseño, aplicación, pruebas y mejoras para el profesor y el estudiante donde la actividad experimental y las observaciones que allí surjan sirvan como base para fundamentar cuatro **(4) protocolos de práctica** en los que se incluye la el ciclo para la formación de conceptos (Ilustración 1) y el esquema de significado (Ilustración 2) que propone Koponen (2014) para la formación de conceptos científicos que se hace de gran relevancia y aporte para implementar en el **diseño y ejecución de estos protocolos de práctica**.

6. LA INTUICIÓN PARA FORMACIÓN DE LOS CONCEPTOS Y LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Para lograr una relación entre la actividad experimental y la formación de conceptos científicos recurrimos en los antecedentes de aspecto pedagógico y didáctico, Koponen (2014) propone a la física como una ciencia experimental en la que las teorías o modelos que no estén sustentados o no concuerdan con experimentos u observaciones deberían ser rechazados. En cambio, al superar la afirmación anterior se ve que para la física y para otras ciencias experimentales, incluyendo la enseñanza de las ciencias, la experiencia tiene una función muy importante en la formación de conceptos científicos, por tanto, es la intuición quien a partir de observaciones y las percepciones que de allí deriven inician la formación de dichos conceptos. Siendo así que los conceptos científicos que se propongan de allí en adelante adquieren mayor significado y definición para los estudiantes sí el profesor los acompaña con experimentos controlados e involucra junto a estos cantidades, instrumentos y mediciones que pongan a prueba sus ideas iniciales acerca de un fenómeno que incluye un concepto científico como los que propone este trabajo de grado.

Pero, ¿qué tiene que ver la actividad experimental con el aprendizaje de estos conceptos científicos?; pues bien, para Koponen (2014) y algunas nociones adaptadas a este trabajo de investigación consideran interesante la relación que se encuentra la actividad experimental; si ésta está en el centro de la formación de conceptos en física ¿por qué no debería estar en el centro del aprendizaje de la física o del de otra ciencia como la química, la bioquímica, la biología, o la fitoquímica? La razón a esta conexión podría ser el carácter procedimental (práctica); el aprender ciencias y hacer ciencia son procesos similares (no iguales) como para buscar una guía para el profesor en la enseñanza de las ciencias a partir del proceso de indagación científica o investigación científica en el que la ciencia busque diversas formas para estudiar el mundo de la vida (lifeworld), y a su vez proponga explicaciones basadas en la información obtenida o recolectada de las observaciones o percepciones sensoriales para que finalmente le permitan al estudiante estructurar los conceptos científicos y su significado, incluso retroalimentar constantemente la actividad experimental hacia la estructuración del conocimiento científico y su ejercicio hacia dominios o conceptos más complejos o profundos. A esto se le llama intuición, a la habilidad de usar lo aprendido, la información inconclusa obtenida de las observaciones y las experiencias con un fenómeno para tomar mejores decisiones o acciones; más rápidas, efectivas y confiables y así verificar los alcances de la intuición al realizar una serie de experimentos que usen datos matemáticos u otras teorías para dar el siguiente paso al estudio del fenómeno, la cuantificación y estructuración de significado para el concepto que se ha estudiado.

Una idea similar también está detrás los puntos de vista de Koponen (2014) cuando resalta las ideas de Novak (1997) sobre las similitudes entre el aprendizaje y la manera en la que se hace investigación de las ciencias. Para Novak, la ciencia y el aprendizaje de las ciencias se pueden ver como diferentes niveles o fases de un mismo proceso que son procesos similares o al menos paralelos en la creación de conocimiento científico.

Aquí aparece la **intuición** como tema central en la enseñanza de las ciencias y en la guía para la formación de conceptos donde se incluye la actividad experimental; por intuición se da por hecho que la explicación de un fenómeno está ligado a leyes y principios que lo describen y soportan. De modo que la intuición hace parte de la formación de los conceptos científicos y estos soportan que en las observaciones y los experimentos se encuentran correlaciones débiles o fuertes entre los resultados y las medidas tomadas. Por intuición estas correlaciones pueden ser interpretadas como evidencia o dependencia, la relación entre el concepto y la teoría las cuales una fuerte relación y forman parte de la construcción del conocimiento científico. (Koponen, 2010, p.1).

La forma en que se relacionan las anteriores ideas con la formación de conceptos científicos precede al experimento en clase y a cómo este brinda las herramientas para identificar, relacionar, describir, diferenciar, caracterizar y, finalmente, permite al estudiante generar explicaciones a preguntas e ideas a partir de lo que pueda preguntarse, observarse u medirse, a partir de lo que ya sabe.

Entonces, los conceptos científicos y su formación son el centro de las ciencias y su aprendizaje pues, permite describirla a partir de las diversas teorías y estructuras científicas. Es por ello por lo que se hace importante revisar como los conceptos científicos son formados, cuál es el papel de la observación, el experimento y las habilidades del profesor para presentarlos y para guiar al estudiante en la correcta estructuración un significado para un concepto científico.

Koponen (2014) propone la idea en la que el significado de esos conceptos esta adecuado por teorías científicas que lo incluyen, éstas no deberían separarse de las prácticas científicas actuales que le dan significado pues hacen parte del propio proceso científico donde cada concepto científico tiene su origen en la percepción sensorial y hace parte de su proceso evolutivo o de transformación en el que su significado se hacemás preciso para el estudiante.

El significado de los conceptos científicos puede verse en la formación de dos dimensiones las cuales constituyen su base en una función descriptiva y explicativa, esta formación es llamada *esquema de significado*, este esquema de significado está abierto al desarrollo y lleva consigo todos los cambios que se le realicen.

El concepto del esquema de significado ha sido utilizado en la descripción del proceso de conceptualización y se ha encontrado en la historia de la física, así como también en el proceso de aprendizaje de la física.

6.1 El esquema de significado

La conceptualización del esquema de significado se adoptó al describir la formación de patrones asignados al significado en un nivel cualitativo. En un nivel cuantitativo el término “concepto” es usado como una parte cuantitativa del esquema de significado, pero este documento se centrará en la importancia del nivel cualitativo en la formación de conceptos de **GF, PA** en donde las observaciones brindarán los criterios de análisis (descripción, representación, diferenciación) para hacer énfasis en los dominios disciplinares de la **B, BQ, QO, FQ** a un nivel cualitativo en el que el estudiante puede participar con sus sentidos y experiencias en campos de investigación de vanguardia como lo menciona en Alfonso, K (2024)

“La observación implica la percepción, observar nos permite percibir situaciones a través de los sentidos y de esta forma tener consciencia sobre ellos, tomar decisiones y así mismo darles o no relevancia. Es decir, toda la información que podemos abstraer de los que observamos, oímos, olemos, sentimos se dirige a un esquema de significado jerarquizado por el **conocimiento cualitativo**; las propiedades que no requieren de cantidades para ser expresadas como el color, el olor, el sabor, su textura; luego esta información ingresa hacia la representación cuantitativa y finalmente, la explicación cuantitativa, donde se explican las observaciones a través de descripciones y explicaciones sustentadas por conceptos científicos, cantidades, teorías, modelos o leyes científicas”. (p.19)

La formación del esquema de significado inicia desde la percepción sensorial, ésta toma su lugar en medio de la actividad experimental y la teoría, y esta a su vez se direcciona desde el fenómeno hacia la teoría. Todos los conceptos, términos, cantidades, leyes y teorías físicas están por lo tanto basadas en un esquema de significado teórico-empírico, siempre abierto a un profundo desarrollo y progreso. El esquema de significado está continuamente envolviéndose y a través de este desarrollo adquiere un significado más preciso, para finalmente convertirse en un concepto físico.

El concepto, por lo tanto, representa algo que ya se ha entendido y construido a lo largo de los años pues el concepto requiere ser estructurado y dejarse abierto para ser modificado si se requiere, dado que cierta forma se podría decir que los significados son creados primero porque se requiere poner a prueba los significados que se le darán a ese concepto en último lugar. Koponen (2014) apoya sus ideas a partir de lo que propone Arons (1987) acerca de la importancia de crear el significado primero. El carácter con el que sucede este proceso de formación del concepto es directo desde el fenómeno hacia la teoría de acuerdo con la Ilustración 1 esta formación es cíclica (gira) desde la **representación** hacia la **interpretación**.

La **representación** entonces es vista como un proceder de la naturaleza del conocimiento teórico el cual es guiado por la búsqueda de estructuras a través de generalizaciones, las cuales son justificadas por el razonamiento inductivo (evidencias, hechos), a diferencia de la **interpretación** a su vez significa el entendimiento de la realidad existente comenzando desde los principales niveles conceptuales en un nivel teórico. Las **predicciones** por otro lado involucran situaciones específicas las cuales son inferidas de las observaciones y/o principios generales usando el razonamiento hipotético deductivo.

De modo que la formación de conceptos no sólo se dirige desde los fenómenos hacia la teoría, sino que en realidad toma la forma de un proceso cíclico, significa que cada concepto físico está íntimamente asociado con un proceso, donde la actividad experimental y la teoría se unen para estructurarlo. Los conceptos científicos están inseparablemente conectados al proceso científico el cual crea su significado (Koponen, 2010, pp.2, 4- 6) La formación de conceptos nunca está ligada a una necesidad (lógica), sino que siempre forma parte de ella un componente intuitivo (**intuición**), un sexto sentido que guía las ideas hacia las predicciones e interpretaciones de lo que le puede suceder a un fenómeno cuando es estudiado.

Por ende, el conocimiento científico; en el proceso de su formación, incluido el aprendizaje, puede considerarse como un proceso más intuitivo y menos lógico pues a pesar de que la lógica tiene un papel central, la ciencia requiere de la **intuición** y la curiosidad para predecir, proponer preguntas y crear hipótesis en búsqueda de posibles respuestas que faciliten el estudio de la naturaleza y del propio mundo de la vida de los estudiantes, dándoles la oportunidad para descubrir sus propias maneras de resolver problemas a partir de lo que ya sabe o conoce acerca de un fenómeno y como lo relaciona con los conceptos aprendidos en clase y evidenciados en el laboratorio.

En ciencias, estas hipótesis creadas a partir de **intuiciones** pueden ser puestas a prueba o testeadas; los científicos, los investigadores llevan a cabo estudios para obtener evidencia que puede soportar o no su hipótesis.

Por una parte, las hipótesis que han sido observadas y llevadas a prueba una y otra vez se consideran hechos, evidencias y por tanto siguen el camino hacia la formalización del conocimiento científico; por otra parte, las hipótesis que han sido desaprobadas son útiles porque permiten profundizar en nuevos campos de investigación, de allí la importancia de la intuición para la formación de conceptos científicos en especial de aquellos de los que se requieren observaciones u mediciones estrictas en las que el estudiante no puede participar con sus sentidos y experiencias pero de los cuales podría obtener información y formar significados correctos a partir de observaciones y test cualitativos, oportunidad para los conceptos de **GF, PA** en plantas medicinales tradicionales colombianas que incluyen los estudios de caso del *Cannabis sativa*.

The rol of the experimentally, por Koponen (2014) propone los esquemas de significado y las relaciones que se captan mediante la **intuición**; la intuición no sólo guía el concepto hacia la formación; sino por intuición, se piensa que todo fenómeno está regido por teorías, leyes, mediciones, cantidades, unidades. En experimentos u observaciones es posible encontrar correlaciones más fuertes o débiles entre los resultados que incluyan mediciones y que inicien con intuiciones y den paso a proponer preguntas sobre sus propias observaciones y percepciones acerca de un fenómeno en especial, en este caso de los fenómenos que presentan siete plantas medicinales tradicionales colombianas frescas, secas, en extracto y bajo ensayos cualitativos que permitan comprobarlas o formalizarlas al ser estudiados en el laboratorio bajo observaciones guiadas por el profesor y que motiven al estudiante a generar valores y opiniones acerca de este patrimonio cultural.

Teniendo en cuenta lo que es el ciclo para la formación de conceptos, también se retoma el documento de Koponen (2014) y se adapta el esquema de significado (Ilustración 2) para el diseño de actividades experimentales (procedimentales) de enseñanza de los conceptos de **grupo funcional, principio activo**.

Estos conceptos se presentan a través del estudio e investigación de los compuestos químicos presentes en siete plantas medicinales tradicionales colombianas que fueron seleccionadas por su frecuencia de uso, método de extracción, presencia de compuestos en organelos de la planta y mecanismos de reacción encontrados en la literatura; algunas de ellas son la albahaca, el *Cannabis sativa*, el eucalipto, la hierbabuena, la manzanilla, la menta, el pino y la yerbabuena; usando el esquema de significado (Ilustración 2) y los diversos niveles en los que el concepto puede ser desarrollado y formalizado en niveles más profundos y que puedan abordarse desde la fitoquímica.

Para lograr ello se encuentra que existen dificultades para formar conceptos científicos en clase y a su vez definirlo con cantidades u medidas, por lo que se recurre al ciclo para la formación de conceptos en cual pueden diferenciarse las fases en las que se forma un concepto, se desarrolla, y define (percepción, cuantificación y estructuración). De allí se proporcionan algunas ventajas al seguir el curso natural de las instrucciones en el desarrollo del concepto, por lo que en la siguiente parte se mostraran esas fases como bases para la formación de los conceptos de GF y PA.

7. LA OBSERVACIÓN, LA PERCEPCIÓN, LA CUANTIFICACIÓN DE EXPERIMENTOS Y LA ESTRUCTURACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

La forma en la que se ha enseñado física y en general las ciencias han permitido identificar algunos problemas cuando se pretende que el estudiante forme conceptos científicos y defina las unidades o cantidades que pertenecen a ese concepto en particular. Esta última se encuentra ligada en el aprendizaje y la enseñanza de la física; si la instrucción que da el profesor sigue este desarrollo en el curso natural de la formación de conceptos; su significado se lleva hacia el esquema de significado en los niveles cualitativo y cuantitativo que brinda significados correctos de conceptos científicos.

En un nivel cualitativo, la información se obtiene mediante percepciones sensoriales y luego avanzan al nivel cuantitativo mediante la toma de cantidades y la aplicación de leyes relacionadas con conceptos definidos. Finalmente, la estructuración llega cuando es posible generar explicaciones con la ayuda de modelos y teorías que las sustenten. Entonces la serie en el proceso en la enseñanza desde una perspectiva fenomenológica para la formación de conceptos se compone de: *percepción, cuantificación y estructuración.*

7.1 Percepción

La formación de conceptos inicia desde el nivel de información cualitativa que por percepciones sensoriales pueda obtenerse; así se construye un esquema básico de significado y se esquematiza por medio del reconocimiento, la clasificación del fenómeno y de sus relaciones. En este proceso el significado de los conceptos científicos se crea primero mediante la actividad experimental en forma de experiencias sensoriales recurriendo a la observación y a la realización de experimentos cualitativos para formar una clase de esquemas de significado, que incluyen entidades (objetos), fenómenos y sus propiedades (cualidades), que permiten conceptualizar un significado, en el que el concepto se introduce como un equivalente del esquema de significado.

En la aplicación al estudio de las **plantas medicinales** se considera que la **observación cualitativa** como aquella en la que se **aprecia** cambios de **color**, y otras percepciones sensoriales como el **olor y la textura** son actividades experimentales cualitativas que se pueden incluir a propósito de la formación de los conceptos de GF y PA, pues las alteraciones que sufren las plantas frescas y sus extractos a lo largo del tiempo son fenómenos interesantes de estudiar más a fondo con pruebas químicas cualitativas específicas a compuestos orgánicos comunes a las plantas estudiadas, se espera comprobar la presencia de compuestos químicos particulares y comunes entre estas plantas para luego determinar por espectrofotometría de UV vis si están efectivamente presentes los compuestos químicos predichos al inicio en las observaciones cualitativas.

7.2 Cuantificación

La cuantificación es la segunda parte del proceso de enseñanza desde una perspectiva fenomenológica para la formación de conceptos **GF, PA, Mc RX** en el cual se crea una cantidad desde una propiedad; esta es la esencia de la física y de las ciencias en general; puede ser vista en el proceso central de la creación de conocimiento científico. La cuantificación se basa en experimentos los cuales permiten verificar definitivamente una cantidad; y también como esta cantidad debe ser medida.

Lo anterior permite pensar en una abstracción fundamental en la formación de conceptos. En un nivel cualitativo, la cuantificación es inicialmente *precuantificación*, que es la comparación de los grados de las propiedades de entidades y fenómenos.

La precuantificación da paso a la cuantificación en la formación de cantidades, que son representaciones cuantitativas de propiedades. En este proceso de cuantificación también se adquieren valores numéricos y unidades de medida. La dependencia mutua de las propiedades de un fenómeno se representa como relaciones entre cantidades, y estas representaciones son leyes que explican su comportamiento. Por lo tanto, la definición de toda cantidad está ligada a una ley, y más aún, al proceso en el que las leyes y las cantidades son creadas.

La ley sirve como un instrumento definitorio, es decir, una invariancia bien definida entre algunos factores que pueden afectar/alterar el fenómeno. Las invariancias (*invariances*) pueden existir en diferentes formas, pero cada ley que las define puede expresarse como invariancia. Por tanto, las cantidades son esencialmente invariantes. La Ilustración 2 representa el proceso de formación de los conceptos en el esquema de significado donde la cuantificación toma un lugar intermedio entre la percepción y la estructuración de los conceptos.

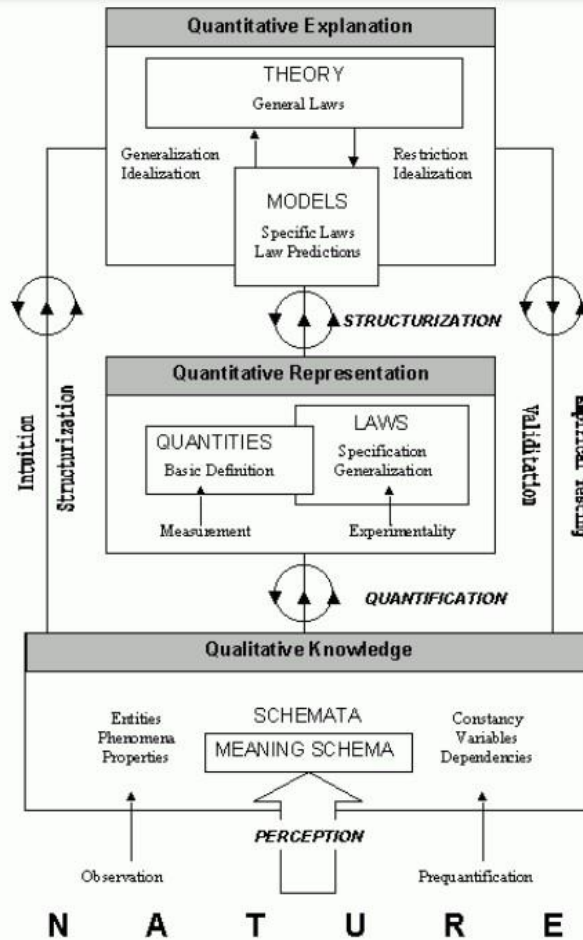


Ilustración 2: Esquema de significado, Koponen (2014, p.4)

La cuantificación permite crear una red jerárquica de cantidades, en la que cada cantidad está vinculada a otras cantidades de diversas formas. En dicha red de cantidades prevalece un orden jerárquico estricto. La relación entre las leyes y las cantidades rigen esta red en un nivel de representación cuantitativa donde la actividad experimental y la toma de medidas son relevantes. No se permite mucha libertad en el orden en el que se introducen las cantidades, si se desea conservar el orden lógico del proceso y, por tanto, el significado correcto de las cantidades vinculadas a estos procesos puntualmente.

En la física al igual que en otras ciencias la estructura jerárquica de los conceptos es mucho menos rígida. Las relaciones entre las cualidades de los objetos son más vagas, y este tipo de jerarquía su deja más libertad para la introducción de nuevos temas, logrando la estructuración de los conceptos científicos haciendo uso de sus cualidades, de las observaciones detalladas y encaminadas por los conceptos que deseamos favorezcan la investigación de estos los dominios disciplinares y su relación con las plantas medicinales.

Entonces, este trabajo pretende incluir las observaciones cualitativas como ejes de articulación importantes cuando se quiere describir y/o explicar un fenómeno, observaciones cualitativas que no pueden expresarse con números pero que condicionan la profundidad de investigación de los fenómenos asociados a las plantas medicinales; el nivel cuantitativo ya fijado, por lo que el trabajo de investigación considera la importancia de la observación y el uso de instrumentos que ayuden a obtener información de un fenómeno.

En este caso se considera que la observación de los cambios de color, olor, textura en las plantas frescas/secas y en los extractos etanólicos son propiedades importantes que dan cuenta de la presencia de compuestos que con ayuda de instrumentos y otros ensayos son medibles, cuantificables. Las observaciones cualitativas llevan al observador a conectarse con sus sentidos y obtener una imagen rica del *lifeworld*, despertando se forma natural su curiosidad y su afinidad por la investigación. Las observaciones cualitativas no poseen respuestas correctas o incorrectas, por el contrario, brindan los criterios de análisis necesarios para soportar la investigación de una hipótesis, también les brinda la oportunidad a los investigadores de dar respuesta a sus preguntas sobre su propio juicio.

En la contribución de las actividades experimentales se darán ejemplos de la cuantificación y su papel en la enseñanza desde una perspectiva fenomenológica de los conceptos de **GF, PA** específicamente, pero se centrarán en lo mencionado.

7.3 Estructuración

La estructuración es el proceso en el que se conduce al nivel más alto de la estructura conceptual de la física y de otras ciencias, donde se ubican las explicaciones cuantitativas.

Koponen (2014) sugiere que la estructuración también está presente en el nivel cualitativo del conocimiento. Por tanto, una teoría, aunque siempre abierta al desarrollo, es hasta cierto punto una estructura lógica completamente adecuada que se compone de paradigmas estructurales y leyes generales que son las reglas que soportan una teoría (p.5). Las teorías están siempre en un estado de mayor desarrollo, porque actúan como base de explicación, como una forma de ver; y es a través de esta (teoría) que se comparan constantemente con las observaciones, las cuales ofrecen un límite a los alcances de una teoría. Si las inconsistencias en los resultados de las observaciones persisten es porque es necesaria la revisión de la forma en la que el fenómeno se ha estudiado, se ha observado, dando paso nuevamente a relevancia de las observaciones cualitativas en la actividad experimental y al papel de la intuición en la estructuración de conceptos científicos.

Es por ello por lo que cualquier inconsistencia conduce rápidamente a modificaciones y cambios en la estructura de una teoría o en el significado de los conceptos que la intentan definir.

Un principio útil pues en él, las estructuras están sujetas a cambios, los cuales se asocian con el desarrollo y la capacidad de rectificación (retroalimentación) de la física y de las ciencias naturales cuando se recurre al experimento para la formación de conceptos científicos, especialmente en su enseñanza.

Sí bien modelar (*modelling*) tiene un rol central en el proceso de explicación y en como los conceptos son usados en explicaciones, los modelos han sido restringidos a explicaciones, estructuras matemáticas formuladas de las cuales se obtiene un límite en el rango de validación de una teoría. Los modelos siempre corresponden al fenómeno real bajo diferentes condiciones y pueden ponerse a prueba, contrario a la teoría, que va más allá de las pruebas experimentales directas. Porque debido a esta capacidad de modelado, la teoría se convierte en la base de la explicación y también en la base para entender diversos fenómenos. Esto podría decir que la teoría es la base del entendimiento a través de su capacidad de explicar por medio del modelado. El nivel de jerarquía para este nivel cualitativo es experimental y de investigación, pues permite verificar o falsificar los modelos, es decir, seleccionar cuales son los modelos correctos y, a través de esta selección, verificar las predicciones de las observaciones con la teoría y/o dar una idea de cómo la estructura del conocimiento necesita ser **corregida o mejor argumentadas, ampliadas**. Es importante mencionar que no es posible comparar modelos en un nivel de dominio cuantitativo del conocimiento científico pues el estudio se encuentra limitado los conceptos de **GF, PA** y leyes que los definan a un nivel cualitativo y aporten a la enseñanza de la química de estos conceptos en especial.

Enunciando lo anterior, sería posible verificar las predicciones de las observaciones y destacar el rol de la actividad experimental en la formación de conceptos científicos para la generación de relaciones entre diversos dominios disciplinares de las ciencias en general, de la química y su enseñanza en especial, por lo tanto en la siguientes secciones se presentan los aspectos que incluyen al profesor en los lineamientos que propone la educación fenomenológica de las ciencias, la forma en la que el profesor debe elegir y seleccionar el fenómeno, así como presentarlo y las habilidades se espera adquiera el docente al final de la implementación de las actividades experimentales hacen parte de las secciones que se discutirán más adelante.

8. LINEAMIENTOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA ENSEÑANZA DESDE UNA PERSPECTIVA FENOMENÓLOGICA PARA LA FORMACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Teniendo en cuenta las aclaraciones mencionadas arriba, se hace necesario dirigir la formación de conceptos científicos de **GF**, **PA** de tal forma que siga un curso natural marcado por las percepciones sensoriales, inicie las observaciones y en las descripciones (cualidades) de cada una de las fases del proceso que serán incluidas en las actividades experimentales (percepción, cuantificación, estructuración).

Inicialmente es importante definir las fases en la que formarán los conceptos, pues esto permite procesarlos para que logren ser conceptos que aporten en la enseñanza de las ciencias especialmente de la química. Cada parte del proceso de aprendizaje y enseñanza requiere instrucciones precisas para el profesor y el joven estudiante de forma que se cumplan todas las fases del ciclo para la formación de conceptos. Lo anterior presupone que aprender física se resume a aprender conceptos y no a la manera en la que se forman esos conceptos y se construye su significado Koponen (2014) “*the action or process of forming a concept or idea of something*” (pp.4-5), por lo tanto, el aprendizaje de la física tiene el mismo curso natural que la formación de conceptos que la física; desde las percepciones hacia las conceptualizaciones, y desde los experimentos hacia la teoría de tal forma que la enseñanza de los conceptos científicos debe obedecer a la dirección y las fases de formación de conceptos como se expresa en la Ilustración 1 y 2. Los niveles jerárquicos de formación de conceptos en la Ilustración 2 representan diferentes niveles de abstracción los cuales pueden modificarse gradualmente incrementando la complejidad en la definición de los conceptos para los estudiantes. De esta forma se proporcionan puntos de partida claros y adecuados para establecer niveles y objetivos de enseñanza de acuerdo con los talentos de cada estudiante a diferencia de cuando los planes de estudio (currículo) de física, las ciencias naturales, la química están diseñados para diferentes grados, contenidos y niveles de complejidad, dejando de lado la posibilidad de tomar, adaptar y relacionar los contenidos a otros grados y niveles de complejidad de los cuales también se pueden obtener conceptos correctos pero estructurados por conocimiento científico. A su vez para el profesor, se logra proporcionar estrategias para el diseño y presentación de los conceptos que se encuentren en el programa de estudios para que sean sustancialmente más ligeros y limitando al estudio de cada tema a un nivel de complejidad adecuado para los niveles de conceptualización que se deseen involucrar, en este caso conceptualización de los conceptos de **GF y PA** mediado por las observaciones cualitativas en diversas plantas medicinales y sus extractos etanólicos cuando se estudian a través de pruebas químicas cualitativas específicas para los compuestos orgánicos encontrados en la revisión bibliográfica.

El profesor debe reconocer que se puede pasar a fases superiores más tarde y que todos las fases son de todos modos objetivos intermedios en un proceso continuo, es decir, que son necesarios y que para lograr llegar al nivel más alto de jerarquización en el nivel cuantitativo donde es necesario desde un inicio contar con las bases suficientes que permitan guiar este proceso hacia la fase de estructuración, según Koponen (2014)

señala que el nivel de conocimiento cualitativo es el más importante de los niveles jerárquicos, porque los niveles superiores como el nivel cuantitativo sólo pueden alcanzarse a través de este nivel.

En el nivel cualitativo se dan las bases para el uso del lenguaje científico por lo que para este trabajo de grado son importantes las habilidades que tiene el profesor para la presentación de los conceptos científicos, cómo lo hace y en qué medida también aprende de sus estudiantes para mejorar su propio ejercicio profesional en la comprensión de lo que entiende y cómo se lo explica a sus estudiantes. En el nivel cualitativo los experimentos cualitativos tienen un papel importante pues son la clave para la comprensión de los fenómenos y de su comportamiento bajo diferentes condiciones por lo que la formación de conceptos y las instrucciones hacia lo que se enseña deben partir de este nivel cualitativo, prestando atención a la observación, la clasificación, la diferenciación y la descripción y organización que realizan los estudiantes para la comprensión de los fenómenos.

En el nivel cuantitativo que se ve en el esquema de significado, Ilustración 2, se tiende a una conexión entre el nivel cualitativo y el nivel en el que se encuentran las cantidades y las leyes. También a este nivel cuantitativo se suman las manifestaciones que revelan los fenómenos y los ejercicios de laboratorio que tienen gran importancia para comprobar los comportamientos de los fenómenos bajo diversas condiciones. Sin embargo, este nivel se encuentra con la rígida jerarquía de que los conceptos deben ser mostrados en estricto orden y debe mantenerse así para introducir nuevos conceptos que los sustenten y le den significado.

La dirección natural del ciclo para formación de conceptos pasa de mediciones experimentales a mediciones numéricas y luego, a la presentación gráfica de los resultados presentes en los cálculos matemáticos que se han obtenido, por lo que este documento quiere centrarse en ese primer nivel, el nivel cualitativo en el que las ideas que se han dicho hasta el momento dan las bases para iniciar hacia la formación de los conceptos científicos de GF y PA en el nivel de conocimiento cualitativo y todas las formas en la que éste nos brinda información para la comprensión de un fenómeno, las plantas medicinales y su particularidad, el *Cannabis sativa*, una propuesta que da respuesta a la búsqueda de las relaciones entre el conocimiento científico y el contexto de los estudiantes, en este caso el contexto sociocultural que incluye los estudios de las plantas medicinales: los cultivos de precisión, usos, extracciones, métodos de identificación y caracterización que permita incluirlos en su mundo de la vida por medio de la investigación, la generación de valores y reconocimientos de este patrimonio cultural.

La forma en la que el ciclo para la formación de conceptos permite al estudiante generar intuiciones, experiencias y observaciones capaces de sugerir preguntas e interpretaciones de un fenómeno natural es importante porque permiten pensar en ideas y en formas novedosas de investigarlas. Así mismo, se estimula la curiosidad hacia la búsqueda de aquellas respuestas; dando un espacio para el desarrollo de hipótesis, de posibles respuestas a las preguntas surgidas de las observaciones cualitativas.

Las hipótesis generadas pueden ser puestas a prueba, tomar evidencia para soportar o refutar la hipótesis planteada lo que también es una oportunidad de desarrollo para el profesor de ciencias, siendo trascendente la contradicción de las hipótesis para el crecimiento de campos de investigación u dominios disciplinares más profundos al respecto.

De la misma manera, luego del desarrollo de una hipótesis se está listo para ponerla a prueba por medio del diseño de un experimento. Después, los datos recolectados deben ser organizados en tablas que les permitan identificar aquellas relaciones que se están estudiando en el laboratorio; entre el fenómeno, sus comportamientos y alteraciones. Las conclusiones o los aprendizajes obtenidos de los experimentos realizados permiten ver los resultados de forma objetiva y dan paso a generar reflexiones en el estudiante acerca de si sus resultados soportan o no sus propias hipótesis luego de un experimento. Permitirle al estudiante organizar y relacionar sus observaciones iniciales con sus conclusiones es relevante y hace parte de la estructuración del ciclo para la formación del concepto. Para este trabajo de grado el resultado que mostramos es una presentación abstracta de resultados de experimentos concretos, a partir de los cuales es posible proceder a niveles de abstracción más complejos como aquellos que incluyen cálculos, leyes y teorías.

El nivel en el que se incluyen las teorías y leyes es el nivel cuantitativo más alto y corresponde a aquellas hipótesis que han sido probadas y repetidas arrojando los mismos resultados a diferentes condiciones, de forma que este documento no entra en ese nivel, sí bien le permite al estudiante conocer que hay niveles de cuantificación en el que se requieren estudios más precisos y específicos para generar aportes a este nivel y para llevar el esquema de significado Ilustración 2 hacia la generación de explicaciones cuantitativas de los conceptos científicos. De modo que se reafirma la importancia del nivel cualitativo que es un factor crucial para determinar en qué temas es posible alcanzar el nivel cuantitativo. Sin embargo, en la física y en el aprendizaje de la física y de las ciencias para Koponen (2014) la teoría es el resultado de un proceso que empieza desde la percepción y va complejizándose cuando se recurre al experimento como parte de la formación de un concepto.

Hacer énfasis en el rol del experimento en el aprendizaje de la física, de las ciencias y en especial de la química es de igual forma brindarle al profesor las orientaciones y su papel en la preparación y presentación de la actividad experimental cuando se recurre al ciclo para la formación de conceptos que como se ha dicho no debe iniciar desde la teoría que define al concepto y desde lo que se presupone sepa el estudiante sobre el concepto, si no que por el contrario debe presentarse inicialmente desde el experimento, de los comportamientos que puede mostrar un fenómeno. Por supuesto, durante las últimas etapas del ciclo para la formación de conceptos por ejemplo modelar y probar predicciones de modelos tiene un papel importante como parte de la enseñanza de las ciencias en especial, en la química.

Es un propósito de esta tesis implicar la actividad experimental de manera que realmente apoye el aprendizaje y el uso del experimento en la formación de conceptos de **GF y PA**, se debe proceder a la introducción de conceptos desde el experimento y no cómo se hace desde la clase tradicional de química, desde la teoría. A esto Koponen (2014) lo denomina “*perceptual experimentality*” (p.5). Formas prácticas en las que las instrucciones están basadas en la observación, en las percepciones sensoriales; un nivel de observación cualitativa que sustenta el significado de un concepto a partir de la información que muestra el fenómeno, como es el caso de las plantas medicinales y el *Cannabis sativa*.

Es relevante señalar que, en la enseñanza de la física, la química y otras ciencias naturales no puede ser igual a la verdadera actividad experimental de la ciencia pura, donde todo debe ser verificado por experimentos y ser acompañados de medidas. Hay partes de un plan de estudios, especialmente en física moderna, donde los experimentos fundamentales no pueden ser realizados en las escuelas, Gelan, D y otros (2020). Entonces hay que confiar en la actividad experimental narrada, que incluye todos los medios para describir experimentos reales sin llegar a realizarlos pero mostrando sus resultados y avances, así como sus equivocaciones.

En conclusión, el enfoque de enseñanza de la química desglosado hasta aquí no pretende mostrarse u formularse como una lista de reglas para la enseñanza, porque la formación de los conceptos científicos necesita ser creativa y no acepta reglas rígidas que resuman los conceptos científicos complejos a laboratorios de análisis químico especializado, si no que por el contrario quiere mostrar las formas en las que se puede enseñar química de gran nivel de complejidad a través de instrumentos fáciles de conseguir como los sentidos y también de métodos sencillos cualitativos que acercan al estudiante hacia la actividad científica e investigativa. En el mejor de los casos, esto significa que en la enseñanza la única regla es intentar, ante todo, seguir las pautas del ciclo para la formación de conceptos, donde la exploración empírica ha sido colocada en el centro del proceso y de este trabajo. El profesor de aquí en adelante sólo puede guiar y marcar el camino. La construcción de los conceptos científicos y de la química en especial puede entenderse como la comprensión del mundo de la vida, y el método a seguir como parte del pensamiento y el papel del profesor es guiar este desarrollo y transformar su ejercicio cuando se involucra en esta perspectiva fenomenológica de las ciencias.

Cuando se forma el significado de un concepto científico se basa fundamentalmente en las formas experimentales de determinarlo. Para construir significados adecuados de los conceptos científicos no podemos introducir los conceptos como productos de una teoría preexistente. Los conceptos se forman como invariaciones encontradas en los experimentos, y este principio también debería reflejarse en las prácticas docentes.

Por ello, el nivel cuantitativo en el que la teoría parte del conocimiento muestra que esta presentación dada está lejos de ser final y definida pues aún presupone ingresar a niveles de cuantificación en el que pueda permitirse explicar los conceptos científicos a través de teorías y leyes que las soporten.

Sin embargo, las ideas que se mostraron en esta sesión hacen énfasis en el papel del experimento en la formación de conceptos que ofrecen una guía completa y capaz de ser adaptada para el desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales a través de conceptos.

Entonces, en la siguiente sesión se presenta una guía para el profesor en la que se muestra como guiar el ciclo para la formación de conceptos y a su vez transformar las observaciones derivadas de un fenómeno hacia la construcción de un significado para un concepto.

9. LA CONEXIÓN ENTRE LOS FENÓMENOS Y LOS CONCEPTOS CIENTÍFICOS, UNA GUÍA PARA EL PROFESOR

Ostergaard, E y otros (2007) retoman aquellas nociones claves para la definición de la educación fenomenológica en ciencias por lo que su aporte al documento permite por un lado incluir al estudiante en el experimento y por ende en la actividad experimental de tal forma que este transforme su experiencia y ésta se dirija hacia la construcción de conocimiento científico. Para ello, el profesor deberá desarrollar para el estudiante una serie de puntos clave, los cuales permitirán conectar los fenómenos del mundo de la vida de los estudiantes con los conceptos científicos que se han formado en el ciclo para la formación de conceptos que describe Koponen (2014). De esta forma se implica al estudiante en el proceso de investigación de un fenómeno y así incluirlo en la comprensión de su mundo de la vida, al tiempo es una oportunidad para motivarlos a la incluirse en la clase de ciencias naturales. Para el profesor por otro lado le permite acercarse al fenómeno y también guiar el proceso de formación de conceptos de sus estudiantes ya que la brecha entre el fenómeno y el concepto es experimentada de forma diferente por el profesor y por el estudiante.

Primero, porque la ciencia para el profesor tiende a presentar una conexión inmediata o incluso considerar los fenómenos del mundo de la vida como meros ejemplos de conceptos científicos. Segundo, porque las experiencias de los estudiantes tienden a tener una brecha más amplia. Cuando el profesor se incluye en el proceso para la conexión de un fenómeno con nuevos conceptos científicos es descrito en las siguientes cuatro etapas que propone (Ostergaard, H & Dahlin, 2007, pp.123-127) y se adapta al modelo usado para la elección de los fenómenos que implican el estudio de las plantas medicinales, estudio de caso; *Cannabis sativa*.

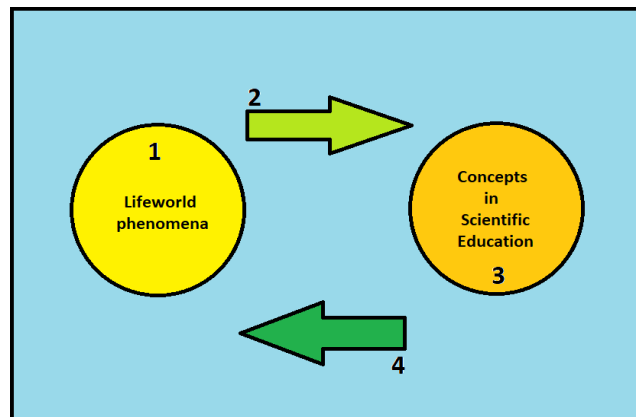


Ilustración 3: From phenomenon to concept representation of steps in a phenomenological science education (by the author adaptation document Ostergaard, H & Dahlin, 2007, (p.125)

- ✓ Desarrollar una imagen rica del fenómeno observado.

El profesor debe seleccionar un **fenómeno** del cual los estudiantes puedan abstraer información y crear hipótesis a través de sus **sentidos**, de este modo el estudiante podrá regresar y reconstruir sus propias apreciaciones para la generación de preguntas y el desarrollo de hipótesis.

Elegir algunos de los **conceptos**, apreciaciones o hipótesis de la imagen rica planteada por los estudiantes como punto de entrada para avanzar hacia los conceptos científicos y su comprensión. Por tanto, los conceptos planteados por los estudiantes relacionan las apreciaciones del **fenómeno observado**, pero al mismo tiempo tienen el potencial para enlazar la ciencia basada en el conocimiento, una oportunidad para implicar el estudio de las plantas medicinales con los conceptos científicos de **GF y PA**.

- ✓ Introducir los conceptos y/o modelos científicos.

Para introducir los conceptos y/o modelos se considera que frecuentemente la experiencia diaria de los estudiantes frente a los conceptos y/o modelos científicos es abstracta por lo que deben presentarse los conceptos y/o modelos de forma continua y estas no deben contradecir las apreciaciones de los estudiantes, si no que por el contrario deben ser reconstruidas y enriquecidas usando los conceptos científicos introducidos para una comprensión más profunda del fenómeno investigado que se ha seleccionado acudiendo siempre al fenómeno observado donde los conceptos y/o modelos científicos se proponen en un desarrollo del contexto significativo propio de los estudiantes.

El seguimiento de cada uno de estos pasos permite avanzar hacia la definición y delimitación de lo que podría definirse como "*Habilidades para el profesor desde una perspectiva fenomenológica*", todas ellas presuponen un genuino interés en el fenómeno observado, y al mismo tiempo, un genuino interés en el estudiante por lo que será el profesor quién se guíe por lo que se presenta en esta sección.

El modelo representado en la Ilustración 3 puede ser considerado como el paso a paso para profundizar en la comprensión de los fenómenos del mundo de la vida como los que incluyen las plantas medicinales y la formación de los conceptos científicos de **GF y PA**.

El objetivo del diseño de la educación en ciencias fenomenológicas (PSE) es triple y aporta a este trabajo de investigación cuando para el profesor y para el estudiante cuando:

- ✓ Mejora el entendimiento del fenómeno investigado, mediante la aplicación de conceptos científicos.
- ✓ Mejora el entendimiento de los conceptos científicos y de las relaciones o conexiones de unos conceptos científicos con otros, como los que incluyen al **GF y PA**.

- ✓ Permite generar una confianza más profunda en nuestra propia habilidad para sentir y percibir el mundo de la vida a través de experiencias pero mediado por métodos científicos y procesos de investigación.

De modo que el ciclo de aprendizaje descrito anteriormente tiene un punto de partida y un punto final en los fenómenos del mundo de la vida. Obviamente, un importante primer paso es intencionalmente el de elegir y reconocer el fenómeno como adecuado para el aprendizaje. Los principales desafíos en este ciclo permiten la observación del fenómeno a través de las experiencias de los estudiantes de carácter estrictamente fenomenológico por lo que los objetivos de la (PSE) son relevantes y aportan junto con la formación de conceptos científicos ideas de fundamentación pedagógica y didáctica.

Investigaciones importantes, especialmente aquellas influenciadas por Goethe's citado por Ostergard (2007) describen la fenomenología de la naturaleza, esta tiene un énfasis en la importancia de los sentidos en la creación de significados. Sin embargo, un profundo entendimiento de un fenómeno no surge simplemente de las experiencias de los sentidos. Las experiencias necesitan ser transformadas en conceptos para poder darles significado. Este aspecto se hace principal para la enseñanza y el aprendizaje de la química pues está acuerdo con la fenomenología de las ciencias en que esta sirve para aterrizar los conceptos científicos abstractos en experiencias concretas del mundo de la vida y de la naturaleza. (p.126).

Este trabajo pretende presentar un análisis que tenga como resultados finales cuatro protocolos de práctica basado en un modelo de currículo de trabajo que integre los numerales 1 (*Lifeworld phenomena*) y 3 (*Concepts in a Scientific Education*) de la Ilustración 3.

Este resultado es importante para los estudiantes pues les permite generar preguntas acerca de cómo se desarrollan conexiones de la ciencia a través de diversos contextos que integren diferentes aspectos del mundo de la vida, *lifeworld*.

De modo que la revisión de estos antecedentes pedagógicos y didácticos nos ha permitido finalmente, tener nociones claves para la definición de la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva fenomenológica en cuanto a:

1. Los conceptos científicos más afines o comunes a los dominios disciplinares de la química como la **B, BQ, QO, FQ** en el estudio de las plantas medicinales son (**GF, PA, Mc RX**), conceptos que son incluidos en el estudio de los **metabolitos secundarios y los principios activos (PA) que incluyen los GF de Flavonoides y Terpenos**.
2. La forma y estructura en la que se presentarán dichos conceptos a los estudiantes.
3. Las habilidades que se espera desarrollen el profesor que se guie por este modelo de enseñanza pues al incluir al profesor en el proceso de transformación de sus estudiantes se adquieran habilidades simultáneamente para la presentación de conceptos a través de actividades experimentales que faciliten su comprensión.

La siguiente sección presenta un resumen de las habilidades que se espera el profesor desarrolle cuando inicie a acompañar el proceso de formación de conceptos de sus estudiantes y ponga a prueba sus habilidades para la elección y experimentación con los fenómenos que le suceden a las plantas medicinales.

10. HABILIDADES QUE REQUIERE EL PROFESOR DESDE UNA PERSPECTIVA FENOMENOLÓGICA (PSE) PARA DISEÑAR EL PROCESO DE TRASFORMACIÓN O FORMALIZACIÓN DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS ASOCIADOS A LAS PLANTAS MEDICINALES

La enseñanza de las ciencias tiene como objetivo principal promover en los estudiantes la habilidad de transformar sus propias experiencias en lo que se considera conocimiento científico, para ello entonces se hace crucial identificar las habilidades que requieren los profesores, así como el orden en el que se guía esta transformación en el que se invita a los estudiantes a usar sus propias palabras e ideas para describir un fenómeno del mundo de la vida. En relación con las habilidades que requiere el profesor desde una perspectiva fenomenológica *Phenomenological Science Education (PSE) – Competencies of Phenomenological Teaching* se destacan, de acuerdo con las ideas de Ostergaard & Dahlin (2007) en *From phenomenon to concept* estas habilidades que recurren a la actividad experimental de forma que se diseña, planea y ejecuta a partir de las percepciones sensoriales y observaciones detalladas de los estudiantes; en este punto el profesor debe tener su atención hacia dos puntos al mismo tiempo: primero, hacia los estudiantes y segundo, hacia el fenómeno. En el caso de la clase de ciencias los profesores tienen permitido revisar las concepciones iniciales de los estudiantes en las que se busca encontrar la alta creatividad y promover la curiosidad, incluir el conocimiento científico y las formas en las que estas explican el mundo de la vida puede ser la clave para la búsqueda de la aproximación de estas explicaciones al conocimiento científico.

Cuando en el proceso de formación de conceptos el profesor ignora las observaciones y percepciones de los estudiantes, también la experiencia del estudiante con el fenómeno es ignorada por lo que no logra profundizarse en ella y su investigación. Lo más probable es que se descuide porque la observación no encaja en el concepto preestablecido por los profesores de cómo y por qué ocurre este fenómeno, entonces para fomentar una comprensión significativa, la tarea del profesor es integrar la experiencia sensorial con la comprensión coherente del conocimiento científico suyo y de sus estudiantes de modo que guíe a observaciones generales o muy específicas de un fenómeno; así como un genuino interés por su investigación y las formas en las que será estudiado.

En el caso de las ciencias estas no logran incorporar todas las posibles experiencias de un fenómeno, las ventajas y también las desventajas de esta reducción de las ciencias deberían ser indicadas por el profesor y también son propuestas por Ostergaard, Dahlin, Hugo (2007) es decir, las cosas como experiencia dada cuando el conocimiento y las presuposiciones (predicciones) sobre la realidad se mantienen a raya.

La fenomenología es algo que debes hacer; Lukenchuck (2006) señala una manera de conectar la teoría y la práctica de la educación científica cuando el profesor desarrolla habilidades como:

- ✓ La habilidad de la observación cuidadosa de los fenómenos. Esto permite dejar desenvolverse al fenómeno por sí solo, dejarlo “hablar” en sus propios términos.

- ✓ La habilidad de la observación cuidadosa de los estudiantes. Esto reconoce la forma del estudiante de experimentar y explicar los fenómenos en la naturaleza por sí mismo a través de sus sentidos.
- ✓ La habilidad de mezclar estas dos anteriores, viendo y promoviendo la actividad interna de los estudiantes por la investigación científica del fenómeno. Aplicar esta habilidad implica afinar el proceso de aprendizaje y la actividad de descubrimiento de los estudiantes, desarrollando cada vez más la observación de fenómenos, su interpretación y la toma de decisiones frente a estos.
- ✓ La habilidad en el diseño del currículo de acuerdo con el fenómeno que se quiere presentar, lo que compromete al profesor a:
 1. La elección de un fenómeno interesante y relevante para enseñar.
 2. Decidir las maneras en las que el fenómeno será presentado.
 3. Planear la cantidad de tiempo para que los estudiantes desarrollen las relaciones que puedan existir entre fenómeno y los conceptos o modelos científicos.
 4. Aplicar los conceptos y significados aprendidos a prácticas de laboratorio que fomenten y promuevan valores hacia el patrimonio cultural que aportan las plantas medicinales y su estudio en la vida de los estudiantes. (pp.126-129).

Es necesario tener en cuenta las habilidades aquí mencionadas, especialmente cuando se quiere incluir desde una perspectiva fenomenológica (PSE) la observación de plantas medicinales, en especial a los fenómenos que incluyen su metabolismo secundario cuando se desean estudiar compuestos químicos específicos para todas ellas, en especial para el *Cannabis sativa*. El permitirle dejarle a la naturaleza hablar por sí misma, como es, le brinda al fenómeno la ocasión para dejar de verse como un simple objeto o hecho científico para convertirse en un dialogo asociado entre el estudiante, el profesor y el fenómeno; donde este está sujeto a hechos verificables y se hace pertinente para quién decide tomar el proceso de aprendizaje de sus estudiantes desde esta perspectiva de enseñanza que se propone para la química.

Pero entonces ¿cómo se forman y promueven estas habilidades en el profesor desde una perspectiva fenomenológica (PSE) a través del uso del experimento en la clase de ciencias?

El modelo que presenta el documento de Ostergaard, E (2007), en su presentación muestra un puente entre el mundo de la vida, *lifeworld* de los estudiantes y el conocimiento científico de conceptos y modelos que tienen algunas consecuencias importantes para la formación de profesores, “*teaching training*” (p.126).

En la educación noruega y en los programas de currículo que se presentan para los profesores de ciencias naturales en particular existen cinco competencias ya definidas: habilidad disciplinar, habilidad didáctica, habilidades sociales, cambio y desarrollo de nuevas habilidades, habilidades étnicas. (p.127).

Otros documentos presentan estas habilidades de forma individual por ejemplo las habilidades disciplinares o el pensamiento crítico, las habilidades sociales o las habilidades para formar y liderar equipos de trabajo.

El documento de *From phenomenon to concept* presenta las habilidades de enseñanza desde una perspectiva fenomenológica, acuñando todas estas habilidades claves, sin embargo, estas habilidades están orientadas hacia los desafíos frente a los profesores de ciencias, en la que se intenta balancear las concepciones abstractas con el conocimiento y las explicaciones en la educación científica, estas competencias tienen un gran énfasis en los sentidos como parte inicial de la comprensión científica. Ostergaard, H & Dahlin (2007 pp. 126-129). De allí se retoma que *University of Life Science* en Noruega y especialmente en su programa de formación de profesores de ciencias ha desarrollado dos grandes ejemplos.

1. El fenómeno primero: haciendo énfasis en los fenómenos del mundo de la vida como entrada para la comprensión de la ciencia, presentando los conceptos asociados a este para que su significado sea formado, pero desde el conocimiento científico, incluyendo ejercicios de observación y el desarrollo de habilidades sociales. Ostergaard, E (2003-2006)

2. Actividad antes del proceso de comprensión: haciendo énfasis en el proceso de enseñanza y aprendizaje donde las actividades se hagan con intervalos entre la promoción de habilidades profesionales - habilidades personales para que estas sean desarrolladas de forma adecuada.

Las habilidades o pautas descritas anteriormente son entrenadas durante la educación fenomenológica de las ciencias y se promueve a través de la práctica de habilidades como la observación, la reflexión, la participación y la comunicación, habilidades que son mejor entrenadas en buenos ambientes de aprendizaje, una parte en la que el profesor puede desarrollar habilidades de forma independiente y/o simultánea. Si lo anterior es logrado el conocimiento científico frecuentemente predominará sobre la educación en ciencias cuando es complementada por el desarrollo de habilidades en la observación, la comunicación y la acción. Por tanto este documento intenta presentar estas nociones en las que la observación de fenómenos es la entrada para la formación de conceptos científicos, para la comprensión del conocimiento científico y a su vez cuáles serán las habilidades que el profesor desarrolle al guiarse desde esta perspectiva de enseñanza; de Geelan, D (2020) se retoma que el profesor adquiere habilidades para la explicación de conceptos y el estudiante aprende a explicar los significados de los conceptos pero estructurados por conocimiento científicos y son fomentadas por la observación y la actividad experimental, resultando en explicaciones de calidad que solo pueden ser soportadas si el profesor cuenta con las habilidades necesarias para construir, adaptar las necesidades e intereses de sus estudiantes; para ofrecer, recibir comentarios, opiniones de las que se deban adaptar algunas y volverlas a impartir desde la enseñanza de las ciencias y el conocimiento científico; una importante habilidad de los profesores de química u física, (p.11).

Por ello en el siguiente Capítulo, el número II – El Universo de las plantas medicinales se presentan aquellas aproximaciones en el estudio de las plantas medicinales y de cómo se implica a la actividad experimental en la enseñanza de la química cuando se acude al laboratorio para presentar los conceptos de **GF** y **PA**. Una aproximación al inicio para la formación de conceptos científicos y para el desarrollo de habilidades por parte del profesor que desee incluir en sus clases esta propuesta de enseñanza desde una perspectiva fenomenológica de las ciencias naturales que profundiza en las plantas medicinales, en especial en el *Cannabis sativa*.

CAPÍTULO II

EL UNIVERSO DE LAS PLANTAS MEDICINALES

Para continuar en el estudio e indagación de este trabajo de investigación se hace preciso definir que es una planta medicinal, sus características principales y diferencias con otras especies vegetales, así como sus aportes a este trabajo de investigación donde se retoman los aspectos químicos más relevantes que incluyen y relacionan los dominios disciplinares con los conceptos químicos de **GF, PA** junto con el eje central entre todos los dominios (B, BQ, QO) en especial con la (FQ), los **metabolitos secundarios, Tabla 5** en las plantas medicinales pre seleccionadas para la búsqueda de información que delimite solo a las plantas medicinales que contengan estas especies químicas en particular. Un aspecto común de las plantas en general por lo que desea marcar un límite en especial con las plantas consideradas como "*planta medicinal*" particularmente el *Cannabis sativa*. Se desea abordar aquel proceso basado en preparaciones, sus métodos de extracción más tradicionales según las revisiones bibliográficas a fin de extraer sustancias de interés para su posterior identificación y análisis. Pues bien, para ello es preciso revisar aquellos **metabolitos secundarios y principios activos** que producen las **plantas medicinales** como aquel eje central en las relaciones que se puedan establecer entre los diferentes dominios disciplinarios de la **B, BQ, QO, FQ**, pues es común solo a especies con propiedades y características únicas que son observables y medibles y que además dependen de factores predeterminados para su adecuada producción y determinación analítica donde la observación y la actividad experimental juega un eje central para la verificación de estos.



Fotografía 1: Plantas de *Cannabis sativa* en diferentes etapas de crecimiento

Las plantas han sido de gran ayuda para los seres humanos a lo largo de los años, junto con la medicina tradicional han sido utilizadas con un fin de propósitos, aun en la actualidad son usadas con las mismas técnicas de hace ya varios años. En este orden de ideas es preciso definir a las plantas como organismos vivos autótrofos, es decir son capaces de producir su propio su alimento usando fuentes abióticas como la luz solar, agua, suelo, además de los minerales depositados en él para su crecimiento, desarrollo, y reproducción.

Las plantas son especies vivas tan complejas que producen un sinnúmero de sustancias químicas; para Soto, M (2015) en su Estudio Fitoquímico y cuantificación de **flavonoides** totales de las hojas de *Piper peltatum L.* y *Piper aduncum L.* procedente de la región Amazonas las plantas son utilizadas en medicina y constituyen laboratorios naturales donde se biosintetiza una gran cantidad de sustancias químicas, considerándoselas como la fuente de compuestos químicos más importante que existe. Un gran porcentaje de los **principios activos** está comprendido dentro de los llamados productos naturales o **metabolitos secundarios**, que son compuestos químicos de estructuras relativamente complejas. Entre estos metabolitos son comunes aquellos con funciones defensivas contra insectos, bacterias y hongos, como son los alcaloides, aminoácidos no proteicos, esteroides, fenoles, **flavonoides**, cumarinas, quinonas, taninos y terpenoides.

Los **flavonoides** han sido encontrados con gran frecuencia en la bibliografía que se ha coleccionado para este trabajo por lo que hay gran variedad acerca de sus estudios cuali y cuantitativos en química. En general los flavonoides son compuestos fenólicos presentes ampliamente en la naturaleza y son responsables de brindarle color a varias flores y frutos; los flavonoides han sido bien reconocidos en varios estudios por sus efectos sobre la salud humana uno de ellos se conoce por su capacidad antioxidante, llegándose a utilizar s flavonoides para tratar enfermedades relacionadas con procesos inflamatorios y desórdenes cardiovasculares debido a que mejoran la circulación periférica, la movilización del colesterol y disminuyen la fragilidad capilar (pp.105-116). También se ha documentado su actividad hepatoprotectora, antialérgica, anti trombótica, anticancerígena, antibacteriana, anti fúngica, entre otras discutidas en la Tabla 4, (Alfonso, K, 2024, p.136).

Por estas razones es necesario **conocer los valores de flavonoides presentes en recursos de importancia vegetal del país**, encontrando así en estas especies en especial sustancias **con comportamientos observables, medibles, y relacionables**, pero sobre todo interesantes para los estudiantes y que aportan al desarrollo de habilidades en la indagación y explicación de comportamientos en fenómenos propios del mundo de la vida y a su vez a la comprensión del significado para los conceptos de **GF** y **PA** pero estructurados por conocimiento científico.

Pero entonces ¿qué es un metabolito? Los metabolitos son productos intermedios producidos durante el metabolismo de un organismo vivo, éste se encuentra catalizado por varias enzimas y ocurre dentro de las células; por ejemplo, los antibióticos y pigmentos en las plantas son metabolitos producidos en el crecimiento y desarrollo de un organismo vegetal.

Algunas de las funciones de los metabolitos incluyen la germinación, la fotosíntesis, la absorción y nutrición; así como la reproducción, la defensa y las interacciones con otros organismos. Las plantas singularmente producen dos tipos de metabolitos, primarios y secundarios; cada uno de ellos con funciones específicas a la especie y a las condiciones en las que se encuentre.

Los metabolitos primarios son compuestos químicos que se producen durante el crecimiento y desarrollo de la planta. En estos se incluye la respiración, la fotosíntesis. Los metabolitos primarios son producidos en la fase de crecimiento, por lo que intervienen en la fisiología y los productos del metabolismo de los organismos los cuales son usados por los organismos para la producción de biomoléculas como aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos.

Seguidamente, los **metabolitos secundarios** son compuestos químicos producidos en el metabolismo de los metabolitos primarios pero que el organismo no requiere para sus procesos vitales. Sin embargo, estos metabolitos son esenciales en la supervivencia y la reproducción, como ejemplo se encuentran los antibióticos, las toxinas, las feromonas.

Los **metabolitos secundarios** no son comunes a todas las plantas, pero son característicos de cada especie y a veces se les considera como medios de atracción para los polinizadores y defensa contra plagas u depredadores.

Como ejemplo de estos metabolitos secundarios se tienen alcaloides, **flavonoides**, esteroides, curnarinas, taninos, **terpenos**. Debido a la complejidad de los componentes que las plantas medicinales pueden producir éstas se hacen sensibles a factores abióticos durante el proceso de germinación, vegetación y floración; la luz, la humedad, el tipo de suelo, la temperatura, calidad del riego, las prácticas agrícolas son algunos de los factores que determinan la cantidad y calidad de estos. A su vez las plantas medicinales producen **principios activos** o bioactivos que son compuestos químicos con actividad farmacológica o toxicológica, que pueden presentar efectos en seres humanos y animales. Estos compuestos químicos son sintetizados por las plantas medicinales y a lo largo del tiempo se han usado para la fabricación de medicamentos y para la preservación de alimentos; sin embargo se ha encontrado que también tienen actividad microbiana y antibacteriana al presentar mecanismo de reacción diversos interesantes de revisar para abordar los conceptos de **GF, PA y Mc RX**, en especial en plantas como el *Cannabis sativa* que requiere condiciones precisas en las que pueda desarrollarse sin carencias, asegurando la producción de hojas grandes y frutos con altos niveles de resinas, aceites esenciales compuestos principalmente **terpenos complejos** (tri terpenos y sesqui terpenos) y **flavonoides**.

Las plantas como el *Cannabis sativa* y las demás **plantas medicinales** se clasifican en diversas formas de acuerdo con su taxonomía (propiedades que comparten las especies estudiadas), plantas celulares, briófitas y vasculares; con hojas de tallos de gran volumen; pteridófitas, fanerógamas tipo helecho; estas últimas se dividen en gimnospermas sin flor o fruto y **angiospermas con flor o fruto**.

Las **angiospermas** son aquellas plantas capaces de **producir flores** para su reproducción sexual por polinización entre organismos machos y hembras. En este proyecto las especies usadas para la toma de hojas y flores fueron de muestras de plantas feminizadas genéticamente del Laboratorio Colombiano y Banco de Semillas GeaSeeds; especies como Amnesia Haze Pro Feminizada con un 80% de tipo *Cannabis sativa* y una producción aproximada de 30% de compuestos cannabinoides en 500g/m² de cultivo de acuerdo con las fichas técnicas brindadas por el laboratorio a la hora de la compra de las semillas certificadas.



Fotografía 2: Semillas Amnesia Haze Pro Gea Seeds

Las angiospermas como la albahaca, el *Cannabis sativa*, la manzanilla, son dicotiledóneas, es decir en su germinación la plántula crece con dos pequeñas hojas iniciales que la ayudarán a formarse en las primeras etapas mientras desarrolla hojas para los procesos de fotosíntesis y transpiración. Por lo que las especies usadas para *Cannabis sativa* fueron tomadas de semillas únicamente de la referencia #gsamp lote 14, cantidad de semillas de ensayo: 3 de las cuales germinaron 2/3 y logró llegar al estado vegetativo de 5 semanas 1/3, planta que fue tomada para hacer todos los análisis previos de los protocolos que aquí se quieren presentar.

A continuación, algunas precisiones sobre las plantas de *Cannabis sativa*.

Las **plantas medicinales**, en especial el *Cannabis sativa* tienen nombres populares con los que la población las conoce o identifica, y muchas veces los cambian dependiendo de la ciudad, país o idioma en el que se encuentre, por eso los botánicos las organizaron con nombres y apellidos en un sistema de clasificación que permite identificar esta planta.

El reino vegetal se divide en familias, géneros y especies, la familia se establece por los parecidos de flores entre una planta y otras; en las familias hay un género que pueden compartir muchas plantas y, finalmente, la diferencia de sus parientes.

Entonces se tiene que cada planta pertenece a una familia, a un género y a una especie.

El *Cannabis sativa* por ejemplo pertenece al género de angiospermas dicotiledóneas de la familia *Cannabaceae*, su clasificación se debe por una serie de características florales y vegetativas a lo largo de su crecimiento y desarrollo.

Es dicotiledónea, por el embrión que emite dos cotiledones al crecer, hojas primordiales que sirven para proporcionar alimento a la nueva plántula y que, por lo general, no se transforman en hojas adultas. Además, al crecer y empezar su proceso de reproducción, sus órganos reproductores están protegidos por pétalos u otros tejidos que forman hermosas flores.



Fotografía 3: Germinación Semillas para Ensayos Amnesia Haze



Fotografía 4: Embrión de Cannabis s. Amnesia Haze Pro dicotiledónea

Es una planta con periodos de fotosíntesis entre las 12 a 18 horas dependiendo la etapa de crecimiento de la planta, sus intenciones de cultivo, así como su tipo de cultivo en interior (*indoor*) y exterior (*outdoor*).

Al terminar la etapa de crecimiento y comenzar la maduración de la planta adulta pueden extraerse de cada una de sus partes sustancias de interés: las hojas y flores frescas y maduras, se considera oportuno aprovecharlos por medio de preparaciones fitoterapéuticas y extractos.

De acuerdo con el documento Ángeles, G y otros (2014) en su propuesta *Cannabis sativa* L., una planta singular, presenta

“El *Cannabis sativa* es una planta anual que pertenece a la familia Cannabaceae, la cual fue clasificada botánicamente por primera vez en 1753 por Carl Linnaeus. Posteriormente, en 1785, Jean Baptiste Lamarck descubre otra especie a la cual denomina *Cannabis indica*. Actualmente, el jardín botánico de Missouri reconoce trece (13) especies, incluidas *Cannabis sativa* y *Cannabis indica*: *Cannabis americana*, *Cannabis chinensis*, *Cannabis Erratica*, *Cannabis Faetens*, *Cannabis Generalis*, *Cannabis Gigantea*, *Cannabis Intersita*, *Cannabis Kafiristanica*, *Cannabis Lupulus*, *Cannabis Macrosperma* y *Cannabis Ruderalis*; además de una serie de variedades para las especies *Cannabis Sativa* y *Cannabis Indica*”.
(p.2)

El documento hace una revisión completa de los cultivos de *Cannabis sativa*, así como de aquellos conocimientos que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar el cultivo, cosecha, preparación de extractos y pruebas cualitativas para validar la presencia de los **metabolitos secundarios** más frecuentemente encontrados a lo largo de la revisión bibliográfica y comunes a las siete muestras de plantas medicinales.

Este aspecto resulta ser un eje fundamental de referenciar pues sustenta la construcción y diseño de las actividades experimentales que se desarrollan en este documento, así como los aspectos de calidad y control del mismo como los que ya se han establecido en otros países, por ejemplo; la Oficina Holandesa de Cannabis Medicinal (*Dutch Office of Medicinal Cannabis*) considera obligatorio determinar cuantitativamente las concentraciones analíticas del THC, CBD y Cannabinol (CBN) de las especies cultivadas y cosechadas; así como **otros metabolitos secundarios** que puedan ser de interés y relevancia en la química y en otras ciencias.

El ciclo natural de ***Cannabis sativa*** comienza en la primavera con la germinación de las semillas. En la etapa de crecimiento vegetativo que se lleva a cabo en mediados del verano las plantas son abundantes en hojas y brotes, hasta que las plantas comienzan a florecer cuando los días se hacen más cortos y cálidos; sin embargo, algunas semillas vienen diseñadas genéticamente para florecer, en nuestro caso de 65 – 70 días luego de la germinación. (Ángeles, G y otros, 2014, pp. 2-6).



Fotografía 5: Etapa de Vegetación 4 semanas



Fotografía 6: Etapa de Vegetación 10 semanas

El desarrollo floral se mantiene durante dos o tres meses y, para la mayoría de las variedades, la cosecha óptima se da a principios del otoño. El cultivo controlado permite mantener las condiciones óptimas para que las plantas de *Cannabis sativa* puedan desarrollarse, por lo que, en las condiciones adecuadas la planta llega a crecer de tres a cuatro metros bajo las condiciones que especifique la cepa que se germine. Estas condiciones incluyen desde la selección de las semillas hasta factores ambientales como: temperatura (25-20°C), humedad (60-70 %), fotoperiodo (de 16 h luz/ 8h oscuridad a 12h luz/ 12h oscuridad) e intensidad luminosa (400-700 nm).

También es necesario realizar un control adecuado de plagas (mosca de tierra, arañas, caracoles, chapulines, moscas blancas, cochinillas) para asegurar la calidad y cantidad de los tejidos vegetales de la planta, así como los compuestos químicos de interés que pueden verse afectados si no se previenen estos aspectos en el cultivo, manipulación y almacenamiento.



Fotografía 5: Planta adulta *Cannabis Haze Pro* 20 semanas

Al término de la floración, se procede a la cosecha de las plantas. Para ello se cortan las ramas principales y se apartan los cogollos, tratándolos con mucho cuidado para evitar la pérdida de resina y polen. También se apartan las hojas grandes y se dejan alrededor solo las que acompañan la flor para evitar la pérdida de humedad, dando como resultado que las flores se sequen muy rápido.

Finalmente, se lleva a cabo el proceso de secado, que debe realizarse a la sombra, en un lugar con buena ventilación y humedad regulada. Las fallas en este proceso pueden provocar que las hojas y cogollos se contaminen con hongos y que la concentración de los compuestos de interés cambie por exceso de **humedad u oxidación** generando hongos en las muestras y oscurecimiento en los tejidos vegetales que se desean estudiar. Es indispensable conocer la forma en que se cultivó el *Cannabis sativa* cosechado, se debe tener conocimiento de las propiedades físicas y químicas de las aguas de riego y el sustrato (suelo a usar en el cultivo); también en el proceso de secado, donde se elimina la posibilidad de hongos y se asegura los compuestos químicos sean metabolizados adecuadamente luego del corte. También, es importante considerar la determinación de microorganismos, sobre todo, de aquellos que son patógenos para el ser humano como *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus* entre otros. (Ángeles, G y otros, 2014, pp. 2-3)

Cada uno de los aspectos arriba mencionados son importantes para fundamentar desde las **plantas medicinales** los **conceptos relacionables** a los diferentes dominios disciplinares, como en este caso el de **grupo funcional** y **principio activo** para los dominios disciplinares de la **biología** y de la **química orgánica y la bioquímica** que pueden estudiarse de las diversas sustancias que el *Cannabis sativa* produce y que pueden generar relación en el cultivos de precisión de diversas plantas medicinales, en su correcta manipulación (factores abióticos y bióticos) con la calidad y cantidad de los compuestos producidos para su identificación cualitativa y cuantitativa en extractos preparados y métodos de análisis químicos que de los mismos que podrían ser fundamentales para acercar al estudiante a un dominio disciplinar más profundo como la **fitoquímica**.

Estudiar a profundidad las plantas medicinales en especial tomar un espacio para realizar un estudio de caso sobre el *Cannabis sativa* y a su vez incluirla con otras plantas medicinales permite reconocer su aporte a este trabajo de investigación; así como a los resultados que de aquí en adelante se esperan obtener.

La siguiente figura representa los principales metabolitos secundarios que las plantas de *Cannabis sativa* producen a lo largo de su vegetación y floración, estos metabolitos se representarán en las estructuras químicas más relevantes para lograr identificar cuáles son los grupos funcionales (GF) que allí se presentan, cuáles de ellos son principios activos (PA) y también, los mecanismos de reacción (MC RX) que sufren a lo lago de los test que comprueban o no su presencia en los extractos por lo que se realizará previamente un descarte de aquellos metabolitos que no son centrales en esta investigación.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CANNABIS SATIVA

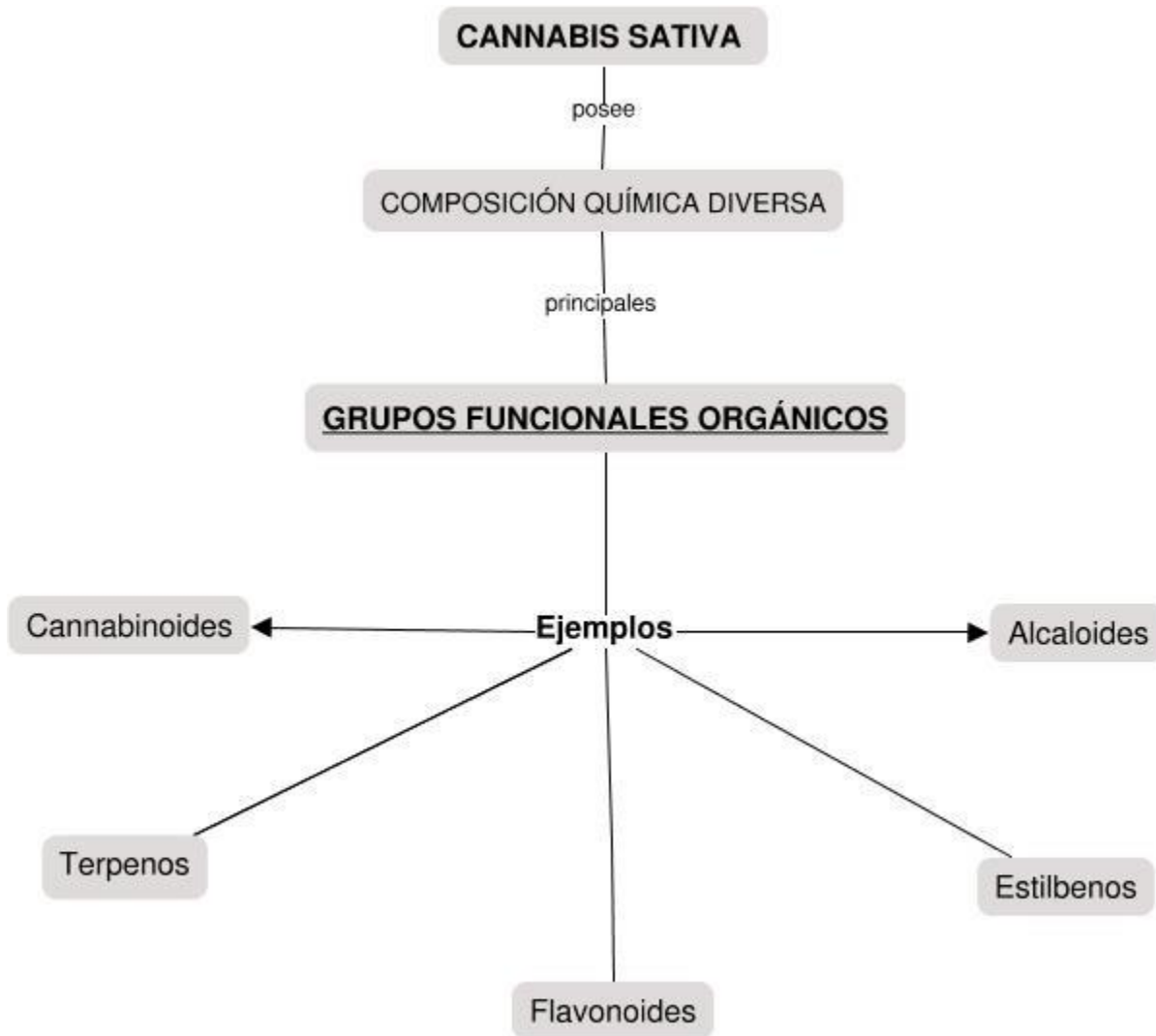


Imagen 2: Mapa mental que incluye los principales grupos funcionales de los compuestos químicos más representativos para el Cannabis sativa

Elaboración y adaptación de Radwan, M y otros (2021)

El mapa mental arriba resume un estudio e investigación acerca de los principales compuestos químicos del *Cannabis sativa*. *Cannabinoids, Phenolics, Terpenes and Alkaloids of Cannabis*. Vol 24, 2774 de (Radwan, M y otros, 2021, pp.2-29) presentan un resumen de la composición química de esta especie de la cual se han identificado aproximadamente 500 compuestos cannabinoides y no cannabinoides, entre los que se encuentran 125 de tipo cannabinoides, 42 fenoles, **120 terpenos**, **34 flavonoides**, 2 alcaloides, estilbenos, amidas fenólicas y lignanamidas. Cada uno de ellos es descrito teniendo en cuenta los **grupos funcionales orgánicos** que existen para los metabolitos secundarios presentes o sintetizados por esta planta, se retoman las estructuras, cualidades, propiedades físicas, químicas, su concentración en hojas y flores; así como en los extractos preparados, también las correctas disposiciones del material vegetal para su elaboración, aislamiento, extracción y posterior análisis. Esta revisión podría brindar información acerca de la observación, extracción e identificación de compuestos químicos orgánicos en siete variedades de plantas medicinales de las cuales luego de revisiones bibliográficas se esperan tener los compuestos químicos más representativos para todas estas, las cuales permitirán encontrar los métodos de identificación y análisis adecuados, dando nuevamente paso a la importancia de la observación detallada y la actividad experimental.

La gran cantidad de compuestos químicos producidos por las plantas medicinales ha llevado a clasificarlas por grupos de acuerdo a sus características y comportamientos, cada uno de estos grupos tiene en cuenta la organización de los átomos dentro de la molécula, sus enlaces, y estructura química en general, por lo que se han clasificado en grupo funcionales, en el caso del *Cannabis sativa* se inicia con el grupo de moléculas más abundante pues esta planta medicinal presenta una composición química compleja y diversa.

Los cannabinoides son un grupo de compuestos químicos orgánicos de más de 21 átomos de carbono con estructura de tipo terpeno fenólica, la nomenclatura orgánica puede ser aplicada a los compuestos derivados de los cannabinoides y a los productos que se deriven de él, así como a sus parientes más cercanos; estos cannabinoides pueden ser clasificados en 11 subcategorías: cannabícromeno (CBC), cannabidiol (CBD), cannabielsón (CBE), cannabigerol (CBG), cannabíciclol (CBL), cannabínol (CBN), cannabínodiól (CBND), cannabítriól (CBT), (-)- Δ 8 -trans-tetrahidrocannabinol (Δ 8-THC), (-)- Δ 9 -transtetrahidrocannabinol (Δ 9 -THC). Los cannabinoides son los metabolitos secundarios más comunes de esta especie, estos son sintetizados en las flores de cannabis en especial en los tricomas.

Los tricomas son apéndices vellosos, pequeños filamentos que se encuentran en la superficie de la planta de *Cannabis sativa* en las flores y las hojas más cercanas a estas (hojas de azúcar). Los tricomas protegen a la planta de los factores estresantes, externos, además contienen glándulas resinosas que crean **flavonoides**, **cannabinoides** y **terpenos** compuestos químicos que dan a la planta sus características químicas únicas que se discuten en (Alfonso, K , 2024, p.67).

Los **tricomas** dan a las flores un brillo como el del cristal y les dan también esa sensación pegajosa al tocar; a lo largo de la floración estos **tricomas** van madurando, oxidando con el tiempo los compuestos que se encuentran dentro de él, por lo que el tiempo de corte de las flores debe ser el adecuado para extraer precisamente las sustancias de interés con las características deseadas.



Fotografía 6: Etapa de Floración con tricomas

En la siguiente revisión se presentan las características y estructuras de estos compuestos químicos, así como los grupos funcionales, su presencia en organelos específicos, los tricomas, Fotografía 6.

Cómo representantes de los cannabinoides grupos se citan al THC y al CBD por su interés y aplicaciones. Son los de mayor importancia debido a que son capaces de interactuar con todo un sistema de receptores endógenos (sistema cannabinoide endógeno) generando sensaciones de calma y tranquilidad; otras fuentes sugieren al THC como el responsable de los efectos psicotrópicos de la planta de *Cannabis sativa*.

Además, son de naturaleza terpeno fenólica y se concentran generalmente en la resina producida en los **tricomas** de la planta, sobre todo en las florescencias femeninas, las cuales son diferentes de los pistilos dentro de las flores femeninas, que se destacan como vellos blancos característicos en la reproducción de la planta. Los Cannabinoides son sintetizados y acumulados como ácidos cannabinoides, y no es sino hasta el proceso de secado y almacenaje, que los ácidos se descarboxilan gradualmente hasta alcanzar su forma final, como por ejemplo el THC o el Cannabidiol, CBD. (p.2)

Seguidamente se encuentra el grupo de los no cannabinoides, estos compuestos pertenecen a diversas especies químicas entre ellas: los terpenos, los flavonoides, los fenoles y alcaloides. Las revisiones bibliográficas sugieren **120 Terpenos**; los terpenos e isoprenoides, consiste en el segundo grupo más abundante que constituye el Cannabis; estos son metabolitos responsables del **sabor y característico olor** de las diferentes variedades y determinan las características singulares entre las plantas de Cannabis de diferente especie, los terpenos han sido clasificados en cinco principales clases: monoterpenos (C_{10}), sesquiterpenos (C_{15}), diterpenos (C_{20}), triterpenos (C_{30}). Según Madiavilla & Steinemann (1997) estos compuestos se extraen fácilmente a través de una destilación por arrastre de vapor, para obtener el aceite esencial. El rendimiento de ésta depende de cada especie y variedad; además de otras variables como si la planta se encuentra fresca o seca; o si son **hojas, tallos o inflorescencias**. (Radwan, M y otros, 2021, p.2).

Los **terpenos** son una clase variada y significativa de compuestos orgánicos vegetales (hidrocarburos) que se encuentran particularmente en hojas y frutos, a su vez constituyen un componente importante de la resina en los frutos de plantas, que se llama trementina. Son hidrocarburos simples, formados únicamente por átomos de hidrógeno y carbono. Son compuestos volátiles y dan olores que desalientan a los herbívoros, atraen a sus depredadores o desalientan a los insectos que atacan a las plantas. Los aceites esenciales de muchas plantas, flores y árboles están formados por terpenos y sus compuestos relacionados. La molécula de terpeno consta de una unidad de isopreno que está unida a la siguiente unidad de isopreno, de cabeza a cola, por así decirlo.

De igual forma, se encuentran los **flavonoides** son compuestos aromáticos que se pueden encontrar en forma libre o conjugada con un glucósido dividiéndose en flavonoles, flavonas, flavonoles. Se producen más de 34 los cuales pueden ser categorizados en grupos de acuerdo a sus estructuras químicas principales, los cuales han sido identificados principalmente en las **hojas**, se extraen diversas sustancias que actúan conjuntamente y mejoran el efecto de un producto fabricado a partir de Cannabis sativa (extracto, tintura), debido a una mayor presencia de elementos que actúan en grupo, como por ejemplo los terpenos en conjunto con los cannabinoides y flavonoides principalmente responsables del **color** en los organismos vegetales, en especial se encuentra que la **Apigenina** es uno de los principales compuestos químicos que se presenta en las siete especies a estudiar, un tipo de flavonoide con enlaces glucosídicos que según los autores fue identificado por análisis de espectrofotometría UV para determinar sus estructuras químicas (Radwan, M y otros, 2021, p.3), más adelante esta molécula será discutida y puesta como punto de partida para la búsqueda de pruebas cualitativas que puedan determinarla en extractos etanólicos.



Fotografía 7: Hojas frescas de *Cannabis sativa* Haze Pro

También, los alcaloides, aunque se encuentran en menor proporción son compuestos nitrogenados que usualmente presentan una actividad biológica a dosis bajas y que pueden derivar de aminoácidos. Se han aislado e identificado por lo menos 10 de estos compuestos en las raíces, tallos, hojas, polen y/o semillas de *Cannabis sativa*. Debido a la baja concentración de los alcaloides presentes en esta especie, su evaluación farmacológica ha sido difícil. Finalmente, los estilbenoides, son compuestos fenólicos cuya función principal en las plantas es participar activamente en los mecanismos de defensa. Se han identificado alrededor de diecinueve y de algunos de ellos se presume cierta actividad farmacológica como antibacteriana y antifúngica, antiinflamatoria, antineoplásica, neuro protectora, de protección cardiovascular y antioxidante. (Radwan, M y otros, 2021, p. 4)

Como ya se ha dicho, se discuten estos compuestos, se caracterizan luego de una revisión bibliográfica en los documentos que sirvieron de sustento conceptual y disciplinar a las áreas de la biología, la química, la bioquímica y la fitoquímica; se tiene en cuenta la frecuencia con la que aparecen mencionadas las plantas de acuerdo a su número asignado (1,2,3,4,5,6,7,8,9) en categorías como uso frecuente para fines medicinales como lo son la piel, el sistema cardo respiratorio, muscular, reproductivo, renal, entre otros. A su vez la localización en la planta: raíces, tallos, hojas, flores. También, su método de extracción tradicional (infusión, decocción, extracto, tintura, jarabe, loción).

Del mismo modo la extracción analítica: con o sin solvente; su vía de administración oral o tópica. Los aspectos anteriores fueron claves para la elección de plantas medicinales tradicionales que tuvieran compuestos químicos en común a sus comportamientos y usos más frecuentes en la comunidad; se pensó en cada uno de ellos para su elección, identificación y análisis teniendo en cuenta el número que las identifica así:

1. Albahaca
2. Clavo
3. Cannabis sativa
4. Eucalipto
5. Lúpulo
6. Manzanilla
7. Menta
8. Pino
9. Yerbabuena

Las plantas medicinales aquí mencionadas fueron inicialmente estudiadas ocho de ellas de forma teórica, sin embargo, algunas de ellas no presentaban compuestos químicos, usos, u métodos de extracción afines a las otras plantas por lo que se descartaron antes de llevarlas al laboratorio de química.

COMPUESTO QUÍMICO	CATEGORÍA DE USO FRECUENTE							VÍA DE ADMINISTRACIÓN	LOCALIZACIÓN							MÉTODO DE EXTRACCIÓN TRADICIONAL					MÉTODO DE EXTRACCIÓN ANALÍTICA								
	CARDIORESPIRATORIO SANGÜÍNEO	NEUROLÓGICO SENSORIAL	REPRODUCTIVO	GASTROINTESTINAL	ORTOPÉDICO MUSCULAR	RENAL UROLÓGICO	OTROS		ORAL	TÓPICA	RAÍZ	TALLO	HOJAS	FLORES	FRUTOS	PLANTAS COMPLETAS	EL, ES, AL	TINTURA	INFUSIÓN	DECOCCIÓN	JARBES	LOCÓN	DIRECTA			POR SOLVENTE			
																							ARRASTRE DE VAPOR	HIDRODESTILACIÓN	PREVIA MACERACIÓN	ALMACÉN	GRASA	SOLVENTE VOLÁTIL	SOXHLET
Apigenina	3 5	3 5	1 3	5	3	3	5 3	3	1 3 5	1 3 5		1			3 5	1 3 5	3	1 3 5	3	3		1 3 5	1 3 5	1 3 5	3	1 3 5	1 3 5		
Alfa-fenaldreno	3	6 3	3		3 6 7 8	3 6 8	3 3	3 6 7 8	3 8		6 7 8	7		3	3 6	3 6	3 6 7 8	3 6 8 0	3	3		3 6 7 8	3 6 7 8	3 6 8 0	3	3 6 7 8	3 6 7 8		
Limoneno	3 5	3 5 6	3 4	5	3 4 6 7 8	3 4 6 8	3 4	3 4 6 7 8	3 4 5 8		6 7 8	4 7		3 5	3	3 4 5 8	3 4 5 6 7 8	3 4 5 6 8	3	3		3 4 5 6 7 8	3 4 5 6 7 8	3 4 5 6 8	3	3 4 5 6 7 8	3 4 5 6 7 8		

Humuleno	3	2 3 4	1 2 3 4		2 3 4	3 4	3	3	1 2 3 4	1 2 3 4			1	2 4	3	3	3 4	1 2 3 4	3 4	3	3	1 2 3 4	1 2 3 4	3 4		3	1 2 3 4	1 2 3 4

Tabla 4: Aspectos que fueron considerados para la elección de las Plantas Medicinales y la Identificación de los compuestos químicos – Elaboración Propia

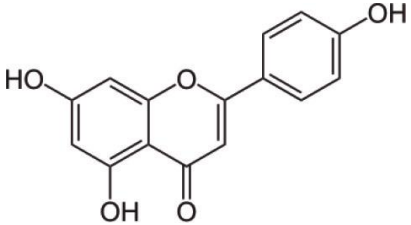
Conversiones Importantes

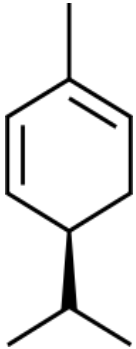
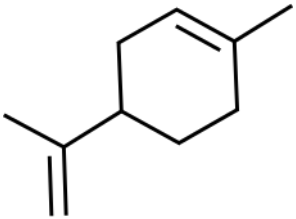
1. Extracto
EL: Extracto Etanólico
ES: Esencia
AS: Aceite Esencial
2. Decocción
CM: Infusión
EM : Ebullición
3. Loción
UN: Ungüento
CR: Crema

De acuerdo con las revisiones anteriores, se encuentra que dos especies de las ocho inicialmente seleccionadas no son encontradas con gran frecuencia en la literatura, de modo que fueron descartadas para centrarse en la que sí podrían tener características en común. El clavo y el lúpulo (rojo) fueron las dos especies descartadas por lo que de aquí en adelante los estudios se desarrollarán teniendo en cuenta el siguiente orden:

1. Albahaca
2. *Cannabis sativa*
3. Eucalipto
4. Manzanilla
5. Menta
6. Pino
7. Yerbabuena

A continuación, se presenta un cuadro que resume los **metabolitos secundarios** más representativos en el *Cannabis sativa* (azul) y en las 6 muestras restantes albahaca, eucalipto, manzanilla, menta, pino, yerbabuena (verde). Los **Flavonoides (Apigenina) y Terpenos (Alfa- fenaldreno, Limoneno, Humuleno)**, fueron organizados teniendo en cuenta el **grupo funcional**, compuesto químico, estructura común a las 7 especies presentadas, posteriormente sus características y propiedades principales bajo las cuales se consideraron oportunas las actividades experimentales de identificación y caracterización que se han discutido en las páginas 50-55 de este documento.

Nº	GRUPO FUNCIONAL	COMPUESTO QUÍMICO	ESTRUCTURA © Royal Society of Chemistry 2024	PLANTA MEDICINAL TRADICIONAL COLOMBIANA									
				ALBAHACA (1)	CLAVO (2)	CANNABIS SATIVA (3)	EUCALIPTO (4)	LÚPULO (5)	MANZANILLA (6)	MENTA (7)	PINO (8)	YERBA BUENA (9)	
1	Flavonoide	Apigenina	 <p><i>Ilustración 4: Apigenina - estructura molecular</i></p>	X		X			X				X

2	Terpeno	alfa-fenaldreno	 <p data-bbox="575 662 915 792"><i>Ilustración 5: Alfa-fenaldreno - estructura molecular</i></p>			X	X			X	X	X
3	Terpeno	Limoneno	 <p data-bbox="596 1247 894 1312"><i>Ilustración 6: Limoneno - estructura molecular</i></p>	X		X	X		X	X	X	X

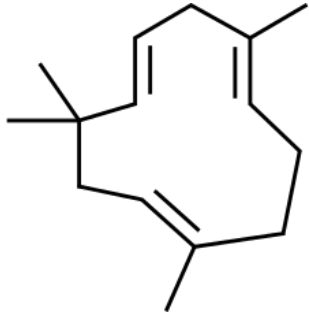
4	Terpeno	Humuleno	 <p data-bbox="583 584 865 646"><i>Ilustración 7: Humuleno - estructura molecular</i></p>	X	X	X	X	X				
---	---------	----------	--	---	---	---	---	---	--	--	--	--

Tabla 5: **Metabolitos secundarios** frecuentemente encontrados en plantas medicinales (Elaboración propia)

La Tabla 5 presenta las relaciones que existen entre algunas características físicas y químicas de 7 especies de plantas medicinales colombianas tradicionales. En su investigación fue posible encontrar dos grupos funcionales importantes en el estudio de organismos vegetales, **los flavonoides y terpenos** los cuales pertenecen a grupos funcionales característicos de aquellas sustancias que brindan color y olor en las plantas; en ellas existen moléculas representativas que pertenecen a los grupos funcionales a fines. Entonces es la oportunidad para pensar que existen relaciones entre las características físicas de una planta, sus usos más frecuentes, sus métodos de extracción con la presencia de compuestos químicos particulares que le brindan sus propiedades y por ende de allí la comunidad deriva sus usos y la ciencia se interesa por su profundización.

De las especies estudiadas se encontró la presencia de uno, dos o más compuestos químicos, de allí se tomaron en cuenta solo lo que presentan dos o más compuestos químicos a fin.

1. Albahaca - Apigenina , Humuleno, Limoneno (3)
2. Clavo - Humuleno (1)
3. *Cannabis sativa* - Apigenina, Alfa- fenaldreno, Limoneno, Humuleno (4)
4. Eucalipto - Alfa- fenaldreno, Limoneno, Humuleno (3)
5. Lúpulo - Humuleno (1)
6. Manzanilla - Apigenina , Humuleno (2)
7. Menta - Alfa- fenaldreno, Limoneno (2)
8. Pino - Alfa- fenaldreno, Limoneno, Humuleno (3)
9. Yerbabuena - Apigenina, Alfa- fenaldreno, Limoneno (3)

De modo que de aquí en adelante se precisarán estos compuestos químicos y aquellos estudios cualitativos para su identificación que serán abordados en el capítulo de Actividades Experimentales.

La Apigenina inicialmente presenta 4 coincidencias; para este proyecto, un flavonoide se seleccionó, la Apigenina por su presencia en 4 de las plantas estudiadas al ser uno de los principales flavonoides encontrados en la bibliografía se precisa oportuno definir que esta es un flavonoide con el nombre químico 4',5,7-trihidroxiflavona y con fórmula molecular $C_{15}H_{10}O_5$. Tiene un peso molecular de 270,24 g/mol. En su forma pura y cristalina es de color amarillo intenso. La Apigenina es uno de los cinco flavonoides vegetales principales, junto con la quercetina, la luteolina, la miricetina y el kaempferol. Se encuentra en muchas frutas y verduras, incluidos el perejil, la **manzanilla** y el apio, así como en plantas medicinales, **albahaca**, ***Cannabis sativa*** y **yerbabuena** (Shukla, S; Sanjay, G., 2010). También se encuentra en bebidas de origen vegetal como el té y el vino. (p.672)

Los flavonoides son un gran grupo de polifenólicos, compuestos que comprenden una clase importante de **metabolitos secundarios** en las plantas. Su estructura química se basa en el sistema de anillos fenilcromano o flavano, como lo sugiere Paladini y otros (1999).

Los grupos más importantes de flavonoides son: antocianinas, flavonoles, flavonas, catequinas y flavanonas. La **Apigenina** pertenece al grupo de flavonoides, flavonas Hertog y otros (1993).

La estructura química de la Apigenina tiene grupos hidroxilo en las posiciones de los átomos de carbono C-5 y C-7 del anillo A y en C-4 del anillo B, como puede observarse en la estructura que muestra la Tabla (5) – Ilustración 4. Al poseer estos enlaces hidroxilo en posición secundaria se dan reacciones químicas orgánicas en la que los hidroxilos en posición secundaria (OH⁻) son oxidados a grupos cetónicos propios de la química orgánica y que al ser comunes a muchos extractos etanólicos se tienen pruebas u ensayos ya definidos, los cuales se discutirán en el siguiente capítulo por Soto, M (2015).

A su vez, el **Alfa-felandreno** es uno de un par de isómeros de doble enlace monoterpeneo cíclico de felandreno en los que ambos dobles enlaces son endocíclicos (alfa-felandreno, donde uno de ellos es exocíclico). Tiene un papel como componente volátil del aceite, **metabolito vegetal** y agente antimicrobiano.

Es un felandreno y un ciclohexadieno (un cicloalqueno, un ciclo de seis carbonos con dos dobles enlaces). El alfa-felandreno es un producto natural que se encuentra en *Xylopiya aromatica*, *Xylopiya sericea* y otros organismos considerados como medicinales, encontrados en cinco de las siete especies estudiadas, *Cannabis sativa*, Eucalipto, Menta, Pino, Yerbabuena.

El **Humuleno** es isomérico con el cariofileno; ambos son sesquiterpenos naturales que se encuentran en cinco coincidencias la albahaca, el eucalipto, clavo, el **lúpulo** (*Humulus lupulus*) y el ***Cannabis sativa*** (Tabla 5). Su nombre se deriva de su presencia más común y principal en el lúpulo, donde puede estar presente hasta en un 40% del aceite esencial. El aroma a lúpulo de la cerveza proviene de este sesquiterpeno. Los numerosos sabores de las cervezas se derivan de epóxidos de humuleno entre las diferentes variedades usadas en esta industria.

“El humuleno se encuentra no sólo en el lúpulo y el *Cannabis sativa*, sino también el orégano, la pimienta negra, el romero y muchas otras hierbas y especias. El humuleno suele coexistir con su isómero β-cariofileno en muchas plantas y flores. Juntos estos dos isómeros dan el olor característico del *Cannabis sativa*, el olor a “marihuana”. (Thurman, M 2020, pp.2-313).

Para cerrar, se tiene el **Limonelo**, es un monoterpeneo que existe en la naturaleza en dos enantiómeros: (S)-limoneno [también conocido como (-)-limoneno, L-limoneno] y (R)-limoneno [también conocido como (+)-limoneno, D-limoneno]. Aquí se muestra el isómero (S), Tabla (5). Ambos enantiómeros tienen sabores y aromas bien reconocidos. El (R)-limoneno¹ se encuentra en los aceites cítricos y tiene el sabor y la fragancia de las naranjas. (S)-limoneno es producido por árboles coníferos (sin tronco grueso y muchas ramas), plantas de alcaravea, eneldo, bergamota y **pino**. Su aroma a cítrico contribuye a los sabores y aromas de las porciones comestibles de las plantas como **sushojas y tallos**.

El limoneno es un monoterpeno que es ciclohexeno sustituido por un grupo metilo en la posición 1 y un grupo propenilo en la posición 4 respectivamente. Tiene un papel como metabolito humano y en las plantas. Es un cicloalqueno y un p-mentadieno. Al realizar la revisión presentada en la Tabla 5 para el limoneno logró encontrarse siete coincidencias en albahaca, *Cannabis sativa*, eucalipto, manzanilla, menta, pino y yerbabuena.

El limoneno es un monoterpeno con un sabor amargo que se encuentra en muchas plantas y hierbas diferentes, incluido el ***Cannabis sativa***. El terpeno, que consiste en un líquido incoloro, también se conoce con el nombre de dipenteno, carvene o citreno. **El limoneno se reconoce por el típico aroma cítrico** y se forma en los pegajosos **tricomas** (glándulas de resina) de las plantas de *Cannabis sativa* con flores mencionadas en la página 55 de este documento. El nombre limoneno que lleva este monoterpeno proviene de la palabra inglesa limón. Se refiere a la cáscara de los limones, muy fragante, que, como otros cítricos, tiene grandes concentraciones de limoneno. Aunque este terpeno sólo se forma en las glándulas sebáceas (tricomas) de las cáscaras de los cítricos, y también en las flores de *Cannabis sativa*, el limoneno también se encuentra en menor medida en las **hojas y tallos**.

Estas nociones como ya se ha dicho se usan como excusa para preparar extractos etanólicos de estas siete plantas y determinar si en ellas hay presencia o no de Apigenina, dando una generalidad para ciertas plantas. De estas se espera analizar al tiempo las reacciones bioquímicas (reacciones químicas que suceden en organismos vivos) que usan mecanismos de reacciones orgánicas y que suceden en organelos especiales de las plantas, las células vegetales, aquellos que contienen grandes cantidades de este flavonoide, apigenina; así como de clorofila en sus hojas y tallos.

Las nociones que se han usado como excusa para abordar este problema de investigación han considerado que el ciclo para la formación de los conceptos de **GF y PA** puede ser acompañado de observaciones cualitativas que generen las intuiciones y explicaciones capaces de dar las relaciones entre los dominios disciplinares de la química **B, BQ, QO** cuando se abordan las condiciones y las medidas en las que sucede este evento u fenómeno pero dirigido hacia la formación de estos conceptos y que a su vez se presentan de forma compleja si se revisa desde un dominio específico como lo es el de la **FQ y los metabolitos secundarios**.

Estas apreciaciones deben ejecutarse en el laboratorio guiados por el profesor, un espacio en el que las observaciones cualitativas generen percepciones muy generales o específicas de un mismo fenómeno pero estructurado por conocimiento científico.

El profesor deberá tener en cuenta los lineamientos mencionados 9 y 10, realizando las pruebas previamente, guiando las observaciones de un punto de partida hacia donde pretende llegar y teniendo en cuenta los cambios de color que allí suceden, una oportunidad para incluir la observación y la actividad experimental en el aprendizaje del concepto de **GF, PA** siendo interesante, novedosa y permitiéndole participar al estudiante y al profesor de forma simultánea con sus sentidos, intuiciones y experiencias.

De modo que revisar la bibliografía y encontrar los conceptos científicos de **GF y PA** fueron determinantes para revisar los compuestos químicos que dirigirían la formación de conceptos de un nivel de percepción a uno de cuantificación.

Es por ello que encontrar la Apigenina un flavonoide y al limoneno un terpeno bastante común en las fuentes y en las siete plantas medicinales estudiadas fue clave para revisar a fondo aquellos estudios en las que las observaciones y la actividad experimental fueran discutidas entonces, en el siguiente capítulo serán desarrolladas, y socializadas en los resultados y análisis de los mismos.



Fotografía 8: Ocho Plantas Medicinales para aplicación de pruebas piloto

CAPÍTULO III

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES APLICADAS AL ESTUDIO DE PLANTAS MEDICINALES

Burrell, R (1937) y Martínez, M (2001) proponen las actividades experimentales para el estudio e investigación de las plantas medicinales y sus propiedades químicas, presentan estudios muy variados y específicos en cuanto a lo que se precisa determinary analizar. Los autores proponen para la fitoquímica estudios cualitativos en los componentes de las plantas medicinales, la estimación cuantitativa de la presencia de estos componentes en las plantas, el aislamiento a los compuestos producidos por las plantas, así como su vida útil.

Teniendo en cuenta lo ya mencionado y retomando lo propuesto inicialmente en este documento por Alfonso, K (2024)

“En este caso se considera que la observación de los cambios de color, olor, textura en las plantas frescas/secas y en los extractos etanólicos son propiedades importantes que dan cuentas de la presencia de compuestos que con ayuda de instrumentos y otros ensayos son medibles, cuantificables. Las observaciones cualitativas llevan al observador a conectarse con sus sentidos y obtener una imagen rica del *lifeworld*, despertando se forma natural su curiosidad y su afinidad por la investigación. Las observaciones cualitativas no poseen respuestas correctas o incorrectas, por el contrario, brindan los criterios de análisis necesarios para soportar la investigación de una hipótesis, también les brinda la oportunidad a los investigadores de dar respuesta a sus preguntas sobre su propio juicio. Entonces en contribución de las actividades experimentales se darán ejemplos de la cuantificación y su papel en la enseñanza desde una perspectiva fenomenológica de los conceptos de **GF**, **PA** específicamente, pero se centrarán en lo mencionado”. (p.36).

De modo que se estudian y adaptan las actividades experimentales consultadas en la revisión bibliográfica según la planta medicinal tradicional colombiana y los compuestos químicos de interés con los grupos funcionales **GF: Flavonoides y Terpenos**, que a su vez son principios activos **PA** u metabolitos secundarios en la fitoquímica cruciales para la formación de pigmentos y resinas ricas en estos compuestos químicos más frecuentemente encontrados (**Apigenina**, Alfa- Fenaldreno, Humuleno, Limoneno), su uso más cotidiano; compuestos de interés en la planta tales como hojas, raíz, tallo, flores, planta completa. Los métodos de extracción en dos solventes distintos (acetona, etanol), los métodos de identificación de compuestos químicos comunes, en especial para los Flavonoides y su representante en este trabajo la **Apigenina** que a través de la aproximación de las pruebas químicas cualitativas con las observaciones que deriven de realizar el Ensayo Shindoa para la planta de *Cannabis sativa* con otras plantas medicinales específicamente como la Albahaca, el Eucalipto, la Manzanilla, la Menta, el Pino, la Yerbabuena de acuerdo con Soto, M (2015).

Cuando se diseña e implementa un protocolo de práctica que permita relacionar las percepciones iniciales, con los resultados obtenidos de la observación de fenómenos y los conceptos que se espera al final hayan sido formalizados (**GF, PA**) en el ciclo de la formación de conceptos que propone Koponen (2014). Del mismo modo se espera que al diseñar e implementar este protocolo se generen discusiones que lleven a establecer relaciones entre los dominios disciplinares de la **B, BQ, QO, y la FQ** que a propósito se usan para abordar el estudio de las **plantas medicinales y los metabolitos secundarios** en el que la **observación y la actividad experimental** son incluidas como medio para lograr la comprensión de estos conceptos.

Dicho esto, se considera que las percepciones sensoriales iniciales y su clasificación, organización (sensación e intensidad del olor, color; textura, sensación al tacto) son relevantes a propósito de los conceptos de Grupo Funcional, Principio Activo (**GF, PA**) pues permiten obtener información de las plantas frescas, secas y los extractos estudiados para guiar hacia la posible formación de relaciones entre los dominios disciplinares de la **B, BQ, QO, FQ** cuando las plantas medicinales muestran sus cualidades a través de las diferentes sensaciones que puede generar el fenómeno y de cómo los estudiantes usan los diferentes sentidos para captar los fenómenos observados por tanto la educación científica puede incluir la exploración sensorial (vista, olfato, tacto, oído, sabor) pues es crucial para apoyar el proceso de aprendizaje cuando el profesor es quien diseña, guía el proceso e incluye en su estudio propio y previo observaciones interesantes para integrar a propósito experiencias sensoriales relevantes que lleven hacia el uso y la comprensión del conocimiento científico por parte de los estudiantes.

Por ello, se considera que las plantas medicinales y sus propiedades particulares son fenómenos interesantes de estudiar más a fondo con **pruebas químicas cualitativas y cuantitativas que caractericen la presencia de aquellos metabolitos secundarios que brinden propiedades químicas singulares**. De aquí en adelante se discutirán aquellas actividades experimentales que los identifiquen para determinar si son o no comunes o no entre las siete especies, y si a su vez estos ensayos permiten generar que las observaciones cualitativas sean acorde con las percepciones iniciales de los estudiantes cuando hay un acercamiento a través de sus sentidos y de la información que le puedan brindar las pruebas realizadas para estructurar el concepto de **GF y PA**.

De acuerdo con los avances en este trabajo de investigación y a los referentes bibliográficos usados se precisa importante tener algunos aspectos en cuenta antes de iniciar la discusión de las actividades experimentales de interés.

Primero, al estudiar las plantas medicinales se encontró que existen formas en la que la comunidad popular y la científica extraen los compuestos químicos de las plantas, algunas de ellas son discutidas en la Tabla 5 y se usan como bases para pensar en realizar 4 protocolos de práctica que usen solventes y técnicas tradicionales como la maceración u analíticas como la destilación simple o fraccionada.

Segundo, para las pruebas químicas en el **Ensayo Shindoa** es preciso que sean analizadas en extractos vegetales, motivo que se cree oportuno para abordar desde un protocolo que incluya los métodos de extracción e identificación de diferentes metabolitos secundarios contenidos en las siete plantas medicinales tradicionales colombianas y que sirven para tener una base científica de los compuestos que se obtienen, como se obtienen y de allí derivar su posible actividad biológica, de los usos que ha dado la comunidad y que se han encontrado en las revisiones de los documentos citados en los Antecedentes Disciplinarios y en el Capítulo II – El Universo de las plantas medicinales.

Tercero, el método a seguir en el proceso de extracción es tan importante como resultado obtenido luego de la realización de las pruebas pues asegura que los resultados obtenidos sean los deseados y que al analizarlos no sean afectados por factores como la luz, el aire, u los microorganismos. Por ejemplo, el peso de las plantas, la temperatura en la que la extracción es realizada, es decir si el solvente se encuentra a temperatura ambiente o ha sido calentado. También, es importante la concentración del solvente, el método usado para preparar las soluciones y los extractos, la forma en la que se conservan y llevan a lectura en los instrumentos, la polaridad del solvente usado es vital para obtener los compuestos deseados, con la calidad y pureza necesaria para la aplicación de las pruebas y la comprensión de aspectos como la toma de muestras, la selección de reactivos, la preparación del material biológico.

Bermejo y otros (2014) reportan que “al material biológico derivado de plantas y a los estudios que se le realizan se les llama tamizaje fotoquímico el cual consiste en una herramienta que orienta la separación y purificación de los compuestos químicos de las plantas por medio de un estudio dirigido hacia la determinación de la actividad biológica y métodos espectrofotométricos para los estudios cuantitativos de los compuestos químicos presentes en ellas” (pp. 670 -680).

Estas observaciones nos dejan concluir dos cosas, la primera es que se valida el estudio e investigación de las plantas medicinales de uso tradicional y segundo avala el uso de la medicina tradicional. Los dos aspectos aquí mencionados son de suma importancia pues nos da información sobre nuestro problema de investigación, aporta conocimiento y abre una brecha hacia la importancia de la observación, en especial a las observaciones cualitativas que pueden ser examinadas a través de experimentos, incluyendo la observación cualitativa y la actividad experimental en la clase de ciencias para poder lograrlo, aspectos que ya se discutieron más a fondo en las páginas 33- 36 del primer capítulo de este trabajo de grado.

Siguiendo con lo mencionado sobre las actividades experimentales, abordamos la metodología usada para cuatro protocolos de práctica titulados así:

Protocolo 0: Observación cualitativa de plantas medicinales. (Observando más allá de los sentidos)

Protocolo 1: Preparación de extractos etanólicos (Preparando extractos vegetales)

Protocolo 2: Ensayo Shindoa (Descubriendo la Apigenina)

Protocolo 3: Lectura de espectrofotometría de UV vis e IR. (Encontrando las señales de Apigenina, Alfa- fenaldreno, Humuleno, Limoneno.

Inicialmente se piensa que diseñar y construir cuatro protocolos de práctica usando como fundamento los lineamientos propuestos por la educación fenomenológica de las ciencias, una guía para el profesor (p.71) de la cual se pretende generar percepciones que un estudiante puede utilizar para predecir la presencia de los compuestos químicos usando al examinar las siete muestras de plantas medicinales en fresco, seco y en el extracto etanólico previamente preparado. Características a fines y comunes que puedan relacionar las siete plantas, por ejemplo, su color, su olor, su textura cualidades que definen sus propiedades desde de observaciones guiadas y las habilidades que tenga el profesor para presentar este fenómeno a sus estudiantes mediado por la actividad experimental y las observaciones cualitativas como por ejemplo aquellas que incluyen el cambio de color en las muestras por la oxidación con el aire, dando nociones de si los cambios de color se encuentran relacionados a los cambios en los compuestos químicos contenidos.

El Protocolo 0 inicia con la presentación de los objetivos, introducción, metodología, tabla de resultados y preguntas orientadoras, así como también la bibliografía usada. En esta parte se discutirán cada una de las partes del protocolo y en los resultados se dará cuenta de lo aquí mencionado.

El Protocolo 0 se divide en dos partes de observación inicial. La primera, relacionada a la búsqueda de materia extraña como hongos, insectos, polvo. La segunda está relacionada con las observaciones detalladas y que se encuentran relacionadas al 1. Color, 2. Olor, y 3. Sensación en la piel de las siete plantas estudiadas.

Para revisar el color fue necesario separar los aspectos que se querían analizar, por lo que se decide primero revisar la intensidad del color verde y clasificarlo del más suave al más intenso, ensayo que se usó para revisar las plantas frescas, secas, y los extractos etanólicos. La intensidad del color da una idea de la presencia de pigmentos particulares en las plantas que brindan diferentes tonalidades, por lo que estas relaciones pueden ser usadas como información capaz de ser organizada y dada como punto de partida del inicio del ciclo para la formación de conceptos que propone Koponen (2014) y que revisamos detalladamente en el numeral 6.

La segunda forma en la que el color fue llevado a prueba fue a través del raye de hojas frescas, secas las siete plantas medicinales tradicionales colombianas y de la tintura de extractos en hojas de papel y en la piel de la cual se espera que al observar las diferencias entre los colores mostrados por las plantas frescas, secas y de los extractos se continúe con el ciclo de la formación de los conceptos de **GF, PA.**

A la hora de analizar el aroma se consideró que abordar la intensidad de los olores y la sensación de los olores arrojados por las plantas frescas, secas, los extractos etanólicos brindaría información acerca de los compuestos químicos presentes en las siete muestras, dando finalmente una relación entre esta característica y su composición en el que los dominios disciplinares de la química **B, BQ, QO y FQ** fueron abordados como medios para su formación.

En el último lugar del Protocolo 0, observaciones cualitativas se presenta por un lado la textura de las plantas frescas y secas las cuales son medidas por su sensación (suave, rugosa, lisa, blanda, arenosa, cauchuda) y también por su capacidad para quebrarse con las manos; por otro lado se mide la sensación de frío en la piel de los extractos etanólicos de plantas medicinales, donde se espera que puedan generarse ideas sobre las características que consideran como medicinal a una planta, en especial a aquellas que decidieron estudiarse a parte de validaciones previas realizadas por la autora y que a su vez se consideran como medicinal.

Seguidamente, se presenta al Protocolo 1 el cual es usado en la última parte del Protocolo 0 y en el Protocolo 2, y 3 por lo que se incluye aquí su realización y discusión, los resultados serán mostrados en el capítulo de resultados.

El Protocolo 1 contempla la observación en el Protocolo 0 pero además incluye la selección de las muestras y su preparación para la preparación de los siete extractos vegetales que se usarán a lo largo de las 4 protocolos de práctica. Hiscox e Israelstam (1979) propone la determinación de clorofila, de allí se adaptarán algunas partes para luego emplearlas como base de estudio, especialmente con los valores para analizar la presencia de flavonoides en las siete muestras.

Chouchan, S y otros (2020) propone en la síntesis de nano partículas la extracción compuestos químicos en el *Cannabis sativa* Aprovechando el corte de cada una de las muestras de hojas y flores de plantas frescas se cortan con unas tijeras trozos de 0,5cm², se toman pesos de cada una de las siete muestras de aproximadamente 0,5g en vidrios de reloj marcados y limpios; seguidamente se llevan a un mortero con pistilo y se le adicionan 5,0 mL de una solución de etanol al 80% previamente preparada la cual busca extraer la mayor cantidad del colorante en las plantas al realizar un ejercicio mecánico que rompa las paredes celulares y libere las sustancias de interés.

Rápidamente, se toman 7 tubos de centrifuga cada uno marcado y lavado, se adicionan uno a uno las muestras maceradas con el solvente el los tubos correspondientes a cada planta, cuidando no contaminar las muestras, los materiales y los reactivos empleados. Se llevan a centrifuga los tubos a 2000rpm (revoluciones por minuto) por diez minutos, luego se separa el sobrenadante y se reserva para hacer las pruebas en el Protocolo 2 - Ensayo Shindoa.

Al residuo restante se le ajusta con la adición de solvente, se completa a 6,0mL con la solución de etanol al 80% para cada tubo por separado siempre. Nuevamente se lleva a centrifuga a 2000rpm (revoluciones por minuto) por diez minutos.

Al terminar se toman 0,5mL y se depositan en tubos de ensayo limpios y con nuevamente 5,0mL de la solución de etanol para realizar las lecturas en el espectrofotómetro de **UV VIS**.

Se proponen estos conocimientos y su práctica en el laboratorio como excusa para incluir las cantidades, medidas y la actividad experimental de tal forma que el conocimiento cualitativo siga hacia una representación cuantitativa del fenómeno estudiado pero para dar significado a los conceptos de **GF y PA**.

El Protocolo 2 a partir de lo ya mencionado y teniendo en cuenta a Soto, M (2015) y a la gran presencia en las revisiones de los **Flavonoides**, en especial de la **Apigenina** se encontró que el **Ensayo Shindoa** es aquel referente que reconoce la presencia de flavonoides en un extracto vegetal. Si la alícuota del extracto se encuentra en etanol, se diluye con 1,0 mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálica. Después de la reacción se esperan 5 min; se añade 1,0 mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que las mismas se separen. El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo, intensos en todos los casos. Resultado que se considera interesante de organizar y reportar para dar cuenta de la presencia de Apigenina en los siete extractos de plantas medicinales tradicionales colombianas. Los resultados obtenidos no solo permitirán demostrar la presencia o no de Apigenina, si no que dará una idea de cómo las observaciones cualitativas, por ejemplo el cambio de color en las pruebas químicas pueden ser incluidas en la clase de ciencias por medio la actividad experimental para continuar con el ciclo para la formación de los conceptos **GF y PA**. Los resultados que se obtengan van de generalizaciones a especificaciones, saliendo del conocimiento cualitativo y entrando en la explicación cuantitativa directamente sí a partir de la intuición, la evidencia coleccionada de las observaciones cualitativas y los ensayos permiten validar las observaciones de los estudiantes y a su vez la actividad experimental bajo la que se están analizando, dando paso a la estructuración de los conceptos científicos de **GF y PA**.

Finalmente, luego de la preparación de los extractos vegetales y de la realización del Ensayo Shindoa se considera pertinente abordar los pasos en los Protocolos 0, para continuar con la lectura de **UV VIS** e **IR** en el Protocolo 3 en el que luego de selección y preparación de las muestras y de la maceración y centrifugación, se llevan los siete extractos a disoluciones que luego serán leídas en el **UV VIS** como se mencionó más detalladamente arriba (p. 73) de acuerdo con Hiscox e Israelstam (1979), de cada una de las siete muestras diluidas se toma lo suficiente para llenar la celda de cuarzo; se tendrán en cuenta las absorbancias analizadas a las longitudes de $\lambda = 645 \text{ nm}$ y $\lambda = 663 \text{ nm}$ usando una solución de etanol al 80% como blanco para la lectura, dependiendo de lo que se haya logrado en las pruebas piloto realizadas por la autora antes de la construcción final de los protocolos de práctica se dará selección al solvente más adecuado entre etanol y acetona para la realización de las lecturas teniendo en cuenta que los valores aquí registrados para las longitudes de onda pertenecen a la clorofila y son base para realizar cálculos matemáticos que permitan determinar en qué medida de encuentra la clorofila y en cuanta de esta hay presencia de flavonoides.

Por lo que se deberá discutir y comparar con otras fuentes bibliográficas que permitan revisar los valores de longitud de onda para la determinación de clorofila.

Domínguez (1988), Silverstein, M y otros (2005) y Wade, J (2004) han encontrado señales de compuestos químicos característicos en las plantas, datos espectroscópicos de algunos compuestos químicos de interés que hemos venido aquí discutiendo, las revisiones de los autores mencionados proponen señales de UV vis e IR para los metabolitos secundarios en general, pero en especial para los flavonoides en extractos etanólicos.

N°	Metabolito secundario	Longitud de onda de UV vis (nm)	IR (cm-1)
1	Clorofila	200	3,300
2		270	3,140

Tabla 6: Datos espectrofotométricos de UV e IR para clorofila Morrison, R (1983)

Esta información aporta conocimiento para incluir la actividad experimental en las observaciones cuantitativas que pueden ser puestas a prueba a través de la implementación de equipos e instrumentos de laboratorio y que son generales a los dominios disciplinares de la **B, BQ, QO, FQ**.

Morrison, R (1983) discute la espectrofotometría de **UV VIS** e Infrarrojo (**IR**) en la (p. 674) por lo que aquí retomamos aspectos relevantes.

La autora considera que es importante revisar algunas formas en la que los compuestos químicos que se van a estudiar por estos métodos pueden extraerse y degradarse en cada parte de la práctica, desde la determinación de la estructuras químicas hasta la comparación entre los resultados obtenidos, pues algunos factores externos como el aire e incluso el tiempo que se tarda de lectura entre las muestras es determinante para la obtención de los compuestos químicos deseados: flavonoides y terpenos.

También, es importante revisar la bibliografía cuidadosamente pues se sugieren diferentes valores para la **identificación de flavonoides** por lo que se usó los valores presentados por Hiscox e Israelstam (1979), H (1979) en la Prueba de extracción y determinación de flavonoides en siete plantas medicinales tradicionales colombianas a partir de la determinación de clorofila, sin embargo en los resultados se discutirá más a fondo algunas cosas a resaltar y mejorar en la aplicación de los protocolos de práctica.

Se considera este documento pues aporta además información relevante al dar a conocer que los análisis espectrofotométricos son importantes para este trabajo porque permiten analizar mezclas complejas, también porque permite descubrir la estructura química de las moléculas, dan nociones de cuáles de estas moléculas interfieren en los procesos de la vida por lo que se consideran relevantes los análisis espectroscópicos.

Un espectro es aquella radiación electromagnética capaz de ser medida, si se hace pasar un haz de radiación electromagnética por una sustancia; la radiación puede ser absorbida o transmitida dependiendo de la frecuencia y de la estructura química de las moléculas que atraviesa. La radiación electromagnética es energía, por eso cuando pasapor una molécula absorbe radiación o gana energía. La cantidad ganada depende de la frecuencia de la radiación; a mayor frecuencia, mayor ganancia de energía. La energía absorbida por la molécula puede generar vibraciones o rotaciones en los átomos, o mover los electrones a niveles superiores de energía.

La frecuencia particular de la radiación que puede absorber una molécula determinada depende de los cambios vibracionales, rotacionales o electrónicos permitidos por dicha molécula por tanto el espectro de un compuesto es una gráfica que indica cuanta radiación electromagnética se absorbe o transmite en cada frecuencia y que puede ser característico para nuestras sustancias de interés, (p.678).

Muy bien, para cerrar este capítulo es preciso concluir que es posible la detección cualitativa de los componentes que existen en las plantas, sin embargo se requieren estudios cuantitativos que den cuenta de aquellas detecciones cualitativas iniciales pero que requieren equipos e instrumentos para su verificación final. Por ello se decide que la expresión de la Ley de Lambert-Beer, indica la relación directamente proporcional que existe entre la absorbancia y la concentración de ciertas sustancias. La espectrofotometría realiza el análisis de la absorbancia de acuerdo a la Ley de Lambert-Beer y se realiza mediante el uso del espectrofotómetro. Este estudio contempla dos espectrofotometrías por UV-VIS e involucra el uso de las curvas de calibrado para la interpretación y discusiones de resultados, por lo tanto, se divide en fases de investigación: una realizada con la clorofila y otra mediante la cuantificación de flavonoides presentes en los extractos vegetales.

Por consiguiente antes de llevar estas nociones a prueba, es necesario tener en cuenta algunos aspectos:

Es importante revisar la forma en la que se prepararán, extraerán y aislarán los compuestos químicos de las plantas que son de nuestro interés.

La estimación cuantitativa de los compuestos químicos que hay en las plantas es imposibles sin una correcta limpieza, preparación y extracción.

Los procesos de las plantas suceden hacia fenómenos químicos y son de gran relevancia, como por ejemplo aquellos que suceden en la fotosíntesis y en el metabolismo secundario de las plantas consideradas con fines medicinales.

En conclusión, las nociones presentadas en cada uno de los capítulos anteriores son necesarias e importantes para la comprensión de los resultados reportados, así como de los protocolos de práctica que se espera sean incluidos en los anexos como resultados de la investigación.

RESULTADOS DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO

En correspondencia a cada uno de los Objetivos de investigación, a lo presentado en los Capítulos I, II, III y en las Fases de la metodología de investigación de este trabajo se procede a presentar cada uno de los resultados que se obtuvieron a partir de las pruebas piloto realizadas, así como el desarrollo de un diagrama de flujo general de práctica de laboratorio en el que se encontrarán cada una de las etapas incluidas en los cuatro protocolos de práctica que se esperan entregar como resultado final de este trabajo.

Dichos resultados se presentan en una tabla que resume el número de protocolo, el título del protocolo, la fase a desarrollar, el objetivo, la evidencia de lo realizado en el laboratorio de química. En los anexos estarán el protocolo de práctica final para su aplicación y que pertenecen al objetivo específico número tres, diseñar un conjunto de actividades que hagan énfasis en la observación y la actividad experimental; con el propósito de formar y formalizar los conceptos de Grupo Funcional (GF), Principio Activo (PA) y Mecanismo de Reacción (Mc RX) a partir de la caracterización, extracción y análisis de compuestos químicos presentes en siete muestras de plantas medicinales incluyendo en ellas el *Cannabis sativa*.

Para finalizar esta sección se darán cuenta de las reflexiones más relevantes de la aplicación de las pruebas piloto que dieron paso a la conformación final de los cuatro protocolos de práctica, también se presentan otras consideraciones importantes del ejercicio de investigación en el laboratorio de química que ameritan ser discutidas.

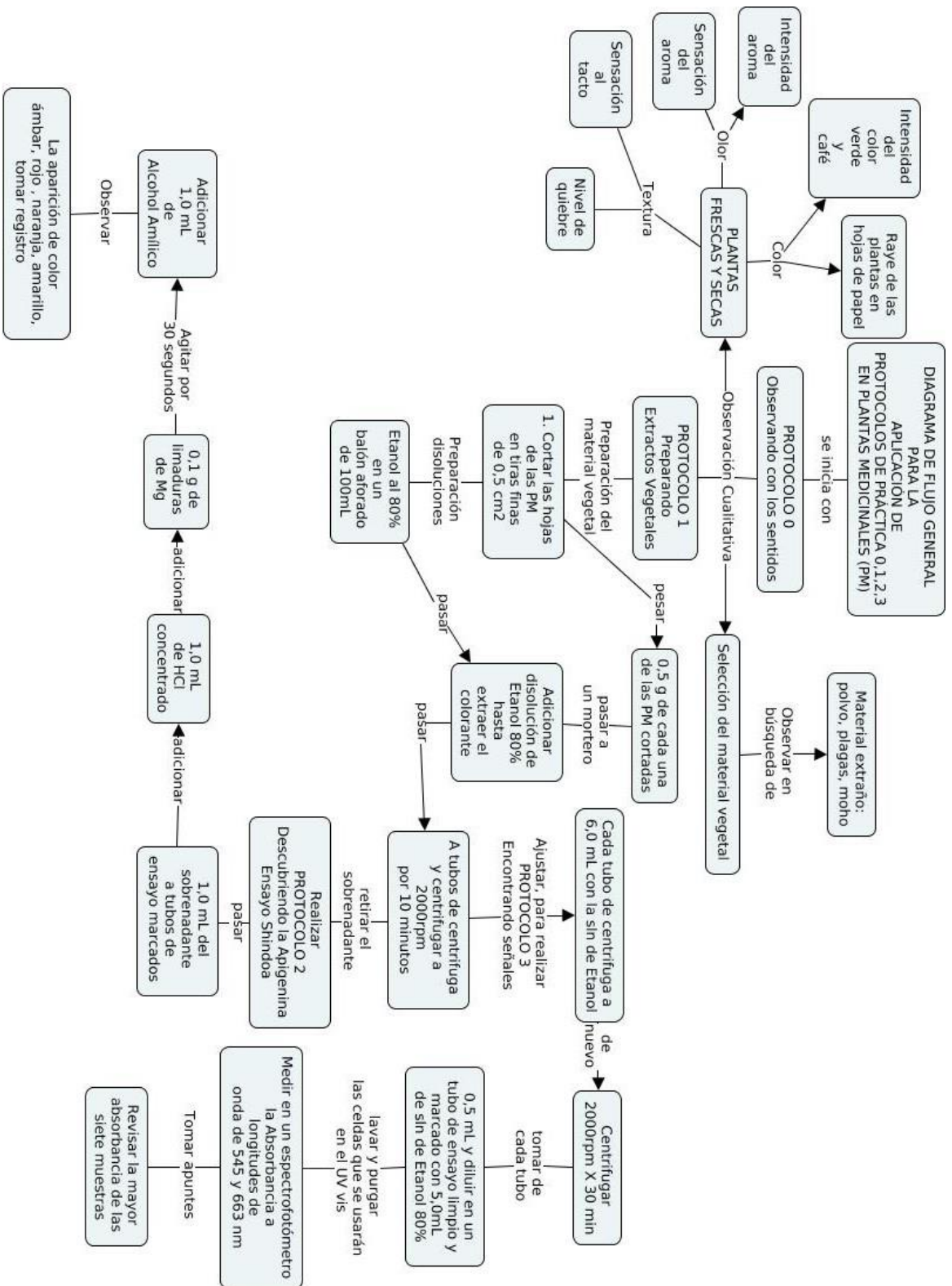











Ilustración 8: DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL PARA LA APLICACIÓN DE PROTOCOLOS DE PRACTICA 0, 1, 2, 3 EN PLANTAS MEDICINALES (PM)

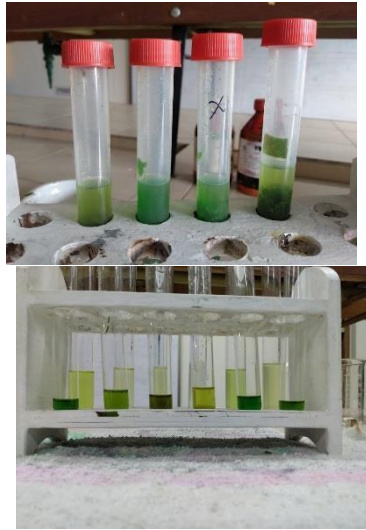
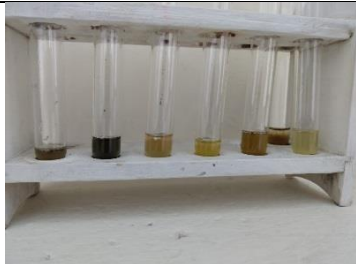
N°	Título del Protocolo	Fase	Nombre fase	Planta	Objetivo	Evidencia	Observaciones
0	Observando más allá de los sentidos	Observación Inicial	Selección de muestras	F S	<p>Seleccionar las partes de las PM a usar (hojas, tallos, flores) para las siete muestras a preparar, limpiar para eliminar residuos que generen interferencia</p>		<p>Se encontró presencia de moho y descomposición en algunos de los materiales vegetales llevados a prueba por presencia de humedad en el almacenamiento de las PM.</p>

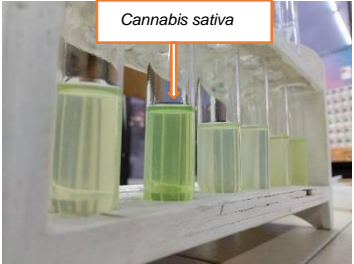
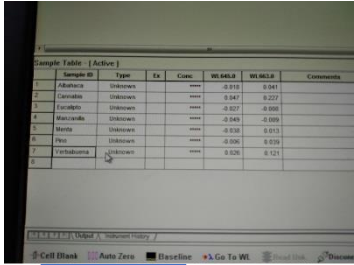
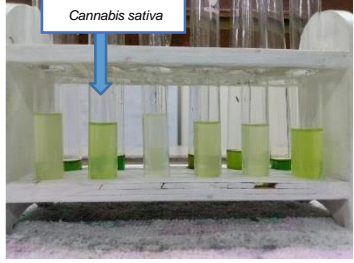
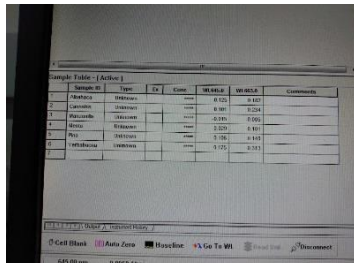
		Color	Intensidad del color verde y café	F S Ex	<p>Valorar la intensidad del color como un factor que sugiere la presencia de pigmentos particulares en las Plantas medicinales, PM.</p>		<p>Fue posible determinar diferencias de intensidad de verde y café, entre el color de plantas frescas, secas y de los extractos etanólicos correspondientes, así como el cambio de color en los extractos que se han oxidado entre la ejecución de las pruebas piloto.</p>
			Raye de hojas	F, S Ex	<p>Apreciar los colores desprendidos por las PM frescas y secas al ser rayadas en hojas de papel</p>		<p>Se encuentra mayor cantidad de pigmentos coloreados en plantas medicinales frescas, en especial en el Cannabis sativa, albahaca, y yerbabuena.</p>

			Intensidad del aroma a fresco	Ex			<p>Se evalúa la sensación del aroma bajo las características de:</p> <p>(fresco o mentolado)</p> <p>olfateando el residuo dejado en las manos al trozar, por lo que el color, aroma y textura se evaluaron usando el mismo objetivo</p>
		Textura	Sensación al tacto	F S	<p>Evaluar la textura como un factor que sugiere la presencia de pigmentos particulares en las plantas medicinales</p>		

			Facilidad de Quiebre	F S	Evaluar la facilidad de quiebre como una factor que sugiere la características que presuponen la presencia de pigmentos particulares en las plantas medicinales	 	Se encontró diferencias entre la textura de plantas húmedas y secas, se evaluó la capacidad de quiebre de las PM: alta, baja, nula.
			Sensación de frío en la piel	Ex			Se evalúa la sensación de frío dejado en la piel luego de que se evapora el extracto vegetal encontrando que el eucalipto es una de las plantas con mayor sensación a fresco en extracto etanólicos.

1	Preparando extractos vegetales	Extracción	Preparando muestras	F	<p>Extraer compuestos químicos de interés en material vegetal de PM usando el Diagrama de Flujo general de protocolos de práctica 1 establecido</p>		<p>Se lavaron y cortaron cuadritos de 0,5 cm², de los cuales se pesaron 0,5 g y se le agregaron 5,0 mL de una solución de etanol en un mortero, acción que ha sido discutida como parte de aquellos usos y formas frecuentes de extracción que le da la comunidad.</p> <p>Albahaca: 0,530 g Cannabis: 0,531 g Eucalipto: 0,532 g Manzanilla: 0,531 g Menta: 0,532 g Pino: 0,533 g Yerbabuena: 0,531 g</p> <p>UV VIS - 2 prueba piloto</p>
---	--------------------------------	------------	---------------------	---	---	---	--

			Realizando extracción	F			<p>Se realizó la centrifugación observando cambios en el color a medida del transcurso tiempo, por lo que los ensayos se realizaron cuidando este aspecto en especial.</p> <p>Abajo, sobrenadante separado para Protocolo 1 , el residuo para el Protocolo 2,</p>
2	Descubriendo la Apigenina	Identificación	Identificación cualitativa de Flavonoides	Ex	Identificar a través del Ensayo Shindoa la presencia de Flavonoides		<p>Se observaron tonalidades amarillas, rojizas y ámbar en las muestras analizadas, sin embargo el verde de la clorofila intervino en el análisis.</p>

3	Encontrando las señales	Determinación	Determinación cuantitativa de Flavonoides y Terpenos en extractos vegetales por medio de UV vis e IR	Ex	Determinar la presencia Flavonoides y Terpenos en extractos vegetales a partir de la cuantificación de clorofila (c3)	 <p style="text-align: center;"><i>Cannabis sativa</i></p>  <table border="1" data-bbox="1167 532 1476 651"> <thead> <tr> <th>Sample ID</th> <th>Type</th> <th>Ca</th> <th>Conc</th> <th>WL 645.0</th> <th>WL 663.0</th> <th>Comments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.018</td> <td>0.041</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.047</td> <td>0.227</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.027</td> <td>0.060</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.045</td> <td>0.089</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.038</td> <td>0.013</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.006</td> <td>0.019</td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.026</td> <td>0.121</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>  <p style="text-align: center;"><i>Cannabis sativa</i></p>  <table border="1" data-bbox="1167 1078 1476 1170"> <thead> <tr> <th>Sample ID</th> <th>Type</th> <th>Ca</th> <th>Conc</th> <th>WL 645.0</th> <th>WL 663.0</th> <th>Comments</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.021</td> <td>0.102</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.041</td> <td>0.204</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.030</td> <td>0.060</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.020</td> <td>0.101</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.008</td> <td>0.040</td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Blank</td> <td>Blank</td> <td>---</td> <td>0.025</td> <td>0.101</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sample ID	Type	Ca	Conc	WL 645.0	WL 663.0	Comments	1	Blank	Blank	---	0.018	0.041		2	Blank	Blank	---	0.047	0.227		3	Blank	Blank	---	0.027	0.060		4	Blank	Blank	---	0.045	0.089		5	Blank	Blank	---	0.038	0.013		6	Blank	Blank	---	0.006	0.019		7	Blank	Blank	---	0.026	0.121		Sample ID	Type	Ca	Conc	WL 645.0	WL 663.0	Comments	1	Blank	Blank	---	0.021	0.102		2	Blank	Blank	---	0.041	0.204		3	Blank	Blank	---	0.030	0.060		4	Blank	Blank	---	0.020	0.101		5	Blank	Blank	---	0.008	0.040		6	Blank	Blank	---	0.025	0.101		<p>Al realizar las lecturas en UV vis Prueba piloto 1 se encontró cambios en la Absorbancia a $\lambda=645$ y $\lambda=663$ nm del Cannabis sativa Haze Pro Con 0,047 y 0, 227 que podrán pertenecer a los compuestos químicos de interés</p> <p>También, se analizó una planta de Cannabis sativa estándar comprada en la plaza de mercado de Paloquemao en Bogotá D.C de las que se obtuvieron valores de Abs 0,152 y 0,292, respectivamente.</p> <p>Se realizaron las lecturas usando como blanco la solución de etanol al 80% que se preparó en el Protocolo 1 a las mismas longitudes de onda que los extractos vegetales.</p> <p>Para la segunda prueba piloto se obtuvieron los valores de 0,101 y 0,234 para yerbabuena, mejorando con el método de extracción usado las absorbancias obtenidas inicialmente.</p> <p style="text-align: center;">Ver pesos extracción</p>
Sample ID	Type	Ca	Conc	WL 645.0	WL 663.0	Comments																																																																																																										
1	Blank	Blank	---	0.018	0.041																																																																																																											
2	Blank	Blank	---	0.047	0.227																																																																																																											
3	Blank	Blank	---	0.027	0.060																																																																																																											
4	Blank	Blank	---	0.045	0.089																																																																																																											
5	Blank	Blank	---	0.038	0.013																																																																																																											
6	Blank	Blank	---	0.006	0.019																																																																																																											
7	Blank	Blank	---	0.026	0.121																																																																																																											
Sample ID	Type	Ca	Conc	WL 645.0	WL 663.0	Comments																																																																																																										
1	Blank	Blank	---	0.021	0.102																																																																																																											
2	Blank	Blank	---	0.041	0.204																																																																																																											
3	Blank	Blank	---	0.030	0.060																																																																																																											
4	Blank	Blank	---	0.020	0.101																																																																																																											
5	Blank	Blank	---	0.008	0.040																																																																																																											
6	Blank	Blank	---	0.025	0.101																																																																																																											

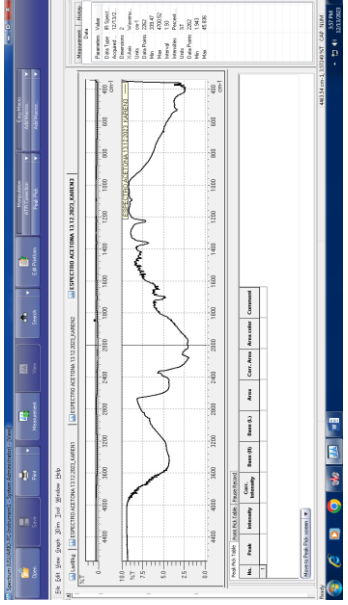
3	Encontrando las señales	Determinación	Determinación cuantitativa de Flavonoides y Terpenos en extractos vegetales por medio de UV vis e IR	Ex	Determinar la presencia Flavonoides y Terpenos en extractos vegetales a partir de la cuantificación de clorofila (c3)		<p>Al realizar las lecturas en el espectrofotómetro de Infrarrojo de los extractos en acetona se encontró que permanecía presente la señal de los grupos cetónicos pertenecientes a la Acetona por lo que se considera que los extractos etanólicos deben ser preparados y purificados para que sean leídos o encontradas las señales de los GF que profundizamos en esta trabajo. Revisar la sección de Anexos en la que se dejarán los resultados de las lecturas de Ir obtenidas.</p>
---	-------------------------	---------------	--	----	---	--	--

Tabla 7: Resultados de Investigación - Ejecución de los Protocolos de práctica 0, 1, 2, 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de llevar a cabo las pruebas piloto y ajustar lo necesario para el diseño y realización del proceso que guiará la ejecución de los cuatro protocolos de práctica (Ilustración 8) se presenta la discusión de los resultados de este proyecto de investigación, los cuales son aquí discutidos y desglosados de tal forma que puedan tomarse los aspectos más relevantes de cada uno de los protocolos de práctica; de los aspectos disciplinares que contemplan el estudio de las plantas medicinales tradicionales colombianas en específico, el *Cannabis sativa*.

Se comienza con Observando más allá de los sentidos en su ejecución se usó una lupa para la búsqueda de objetos extraños, parte vital para asegurar el resultado de la extracción, identificación y determinación de los compuestos químicos expuestos en la Tabla 5. La información que puede abstraerse de la observación inicial detallada de cualidades como el color, el olor, la textura de plantas medicinales tradicionales colombianas es fundamental para acercar al estudiante con el estudio de los fenómenos, en especial con aquellos que no logran identificarse a simple vista, al mismo tiempo también le permite al profesor evaluar las propias percepciones de los estudiantes frente a un fenómeno, y así brindar una idea de lo que éste puede comprender o no; por lo que la observación cualitativa – Observando más allá de los sentidos es un punto de partida vital para la correcta ejecución de los protocolos de práctica y de la formación de los conceptos de GF y PA de tal forma que estos sean comparados con la información de la Tabla (5), se espera que al comparar los resultados obtenidos a partir de la observación se de paso a la intuición, percepción, precuantificación, cuantificación, estructuración que propone Koponen (2014) en el ciclo para la formación de conceptos.

Es relevante comentar en esta parte que para el concepto de Mecanismo de Reacción Mc RX no fue posible abordarlo para incluirlo como parte de la construcción de las relaciones entre los dominios disciplinarios de la B, BQ, QO y la FQ pues para lograrlo se requieren de estudios específicos que incluyan la actividad biológica: antimicrobiana, toxicidad, crecimiento, reproducción, actividad bacteriostática (baja mortalidad pero se mantiene la población de cultivos), bactericida, fungicida, antiparasitaria de los extractos vegetales en microorganismos in vitro de tal forma que logre evaluarse si los usos tradicionales que ha dado la comunidad son acordes con la actividad que presentan bajo estudios en el laboratorio por lo que no lograron ser abordadas en los cuatro protocolos de práctica. También es relevante decir que los estudios espectrofotométricos se realizaron en el UV vis Shimadzu UV 1800 manual de la Universidad Pedagógica Nacional, departamento de química, los valores aquí obtenidos se reportarán como parte de los resultados de la investigación y se discutirán más adelante pues fueron eje fundamental en la investigación y lograron concluirse con éxito para los cambios vistos en las absorbancias al cambiar el método de extracción de licuadora a maceración.

A su vez la elección del disolvente fue crucial para obtener los valores deseados, el etanol permite la correcta extracción de la clorofila a, b, c¹, c² y c³ así como de los pigmentos que dan color pero que no pertenecen a la clorofila.

No obstante, para esta última parte Protocolo 3 es necesario realizar cálculos matemáticos y acercamientos más precisos que permitan mostrar a fondo la cuantificación del concepto de GF y PA a través del UV vis y de la determinación de la Absorbancia para flavonoides usando el método propuesto y adaptado de Hiscox e Israelstam (1979). Para poder dar cuentas de la presencia de los compuestos químicos de interés, los flavonoides es necesario realizar lecturas de los extractos vegetales y del blanco a longitudes de onda de $\lambda=750$ nm que tiene en cuenta la absorbancia no debida a los pigmentos como la clorofila, xantofilas o carotenos. Al usar esta última longitud de onda $\lambda=750$ nm y leer en el espectrofotómetro deben restarse a todos los valores de absorbancia, la absorbancia arrojada a esta longitud, de forma que se realice una corrección por turbidez.

Al tiempo, los extractos vegetales que se prepararon para los estudios espectrofotométricos de Infrarrojo (IR) presentaron dificultades como para presentarlos como resultados finales de esta investigación, por lo que se discutirán como aquel aspecto que no logró incluirse como parte de la construcción de relaciones entre los dominios disciplinares de la B, BQ, QO y la FQ pues se encontró que existieron dificultades para encontrar las señales de los compuestos químicos de interés la lectura de las señales por interferencia del solvente (etanol y acetona) que no se aislaron de los extractos vegetales correctamente por lo que se debe recurrir a un nuevo método de extracción como la destilación para la determinación de flavonoides y terpenos por IR (Ver Anexos) pues se requiere de demasiado material vegetal, tiempo de trabajo en el laboratorio, almacenamiento exclusivo para evitar la aparición de microorganismo o la oxidación de los compuestos a causa del aire o la humedad por lo que se considera que para evaluar la presencia de flavonoides y terpenos de forma cuantitativa deben realizarse pruebas con equipos más modernos, instrumentación específica, capacitación para el manejo de equipos, solventes adecuados, procesos de extracción analítica cuidadosa e instrucciones que permitan realizar los cálculos con destreza y facilidad.

Pues bien, de aquí en adelante se presentará la discusión de los resultados alcanzados hasta el momento y que fueron presentados en la anterior Tabla (7) – Resultados de la Investigación para los Protocolos de práctica 0, 1, 2, 3.

Los resultados obtenidos de cada una de las fases se resumen así:

1. **Protocolo 0** – Observando más allá de los sentidos para las plantas medicinales frescas, secas y para los extractos etanólicos.

1.1 Intensidad del color verde - hojas frescas

La intensidad del color verde fue tomada en cuenta a partir de las diversas tonalidades que presentaban las plantas medicinales (tallos, hojas y flores) a estudiar, aspecto que se consideró relevante en la selección, clasificación y organización del material vegetal para estudios posteriores.

A su vez las tonalidades de verde brindan información sobre las similitudes y diferencias de compuestos químicos presentes en las plantas medicinales por lo que se esperaba que al realizar la identificación y determinación los valores sean semejantes para aquellas en la que el color es similar como por ejemplo el verde claro para eucalipto y menta; verde biche para la albahaca, la *Cannabis sativa* Plaza y la manzanilla. El verde intenso sólo para la *Cannabis sativa* Haze Pro quién es la planta que se usó como patrón para todos los ensayos; y finalmente, el verde militar para pino y yerbabuena siendo el color útil para medir esta cualidad y relacionarla con la presencia de compuestos químicos particulares en las siete plantas estudiadas de las que se espera encontrar semejanzas en la presencia de Grupos Funcionales (GF) para así iniciar con la formación de este concepto. Asimismo del concepto de Principio Activo (PA) se espera sea formado cuando se den predicciones de su presencia basándose en la intensidad del color, de modo que aquellos que presenten similitud en color también sean similares en la presencia de (PA).

N°	Planta Medicinal	Verde claro	Verde biche	Verde intenso	Verde Militar
1	Albahaca		X		
2	Cannabis s. Haze			X	
3	Cannabis s. Plaza		X		
4	Eucalipto	X			
5	Manzanilla		X		
6	Menta	X			
7	Pino				X
8	Yerbabuena				X

Tabla 8: Intensidad del color verde – hojas frescas

1.2 Intensidad del color café - hojas secas

La intensidad del color café fue revisada a partir de las diversas tonalidades que presentaban las plantas medicinales tallos, hojas y flores secas a estudiar, aspecto que se consideró relevante en la selección, clasificación y organización del material vegetal para estudios posteriores.

A su vez las tonalidades brindan información sobre las similitudes y diferencias de compuestos químicos presentes en las plantas medicinales frescas y secas por lo que se esperaba que al realizar la identificación y determinación de flavonoides los valores sean semejantes para aquellas en la que el color es similar como por ejemplo el café claro Capuchino para manzanilla; café tostado para la *Cannabis sativa* Haze, menta, pino. El café oscuro sólo para la yerbabuena; finalmente, el café grisáceo para la albahaca, la *Cannabis sativa* Plaza y el eucalipto siendo el color útil para medir esta cualidad y relacionarla con la presencia de compuestos químicos particulares en las siete plantas frescas y secas. El color café también da una idea de los cambios que sufrieron las plantas medicinales al estar expuestas al aire dando como una idea de los cambios en la composición química, por ende, los de (GF) y de los (PA).

Nº	Planta Medicinal	Café pálido Capuchino	Café Tostado	Café	Café grisáceo
1	Albahaca				X
2	Cannabis s. Haze		X		
3	Cannabis s. Plaza				X
4	Eucalipto				X
5	Manzanilla	X			
6	Menta		X		
7	Pino		X		
8	Yerbabuena			X	

Tabla 9: Intensidad del color café – hojas secas

1.3 Intensidad del color verde - extracto vegetal

La intensidad del color verde en los extractos vegetales fue tomada en cuenta a partir de las diversas tonalidades que presentaban los extractos vegetales de plantas medicinales a estudiar, aspecto que se consideró relevante en la clasificación, organización, identificación y determinación de los compuestos químicos de interés.

A su vez las tonalidades intensas y suaves brindan información sobre las similitudes y diferencias de compuestos químicos presentes en las plantas medicinales por lo que se esperaba que al realizar la identificación y determinación los valores sean semejantes para aquellas en la que el color es similar como por ejemplo el verde claro para eucalipto; verde biche para la *Cannabis sativa* Haze, *Cannabis sativa* Plaza y la manzanilla. El verde intenso para la albahaca, la menta y el pino; y finalmente, el verde militar para la yerbabuena siendo el color útil para medir esta cualidad y relacionarla con la presencia de compuestos químicos particulares en las siete plantas estudiadas tanto frescas, secas, como en extracto vegetal para que estas apreciaciones sean comparadas con los resultados de la revisión bibliográfica en la Tabla 5 de la que se espera que al realizar las lecturas en el espectrofotómetro se encuentren las mismas semejanzas y finalmente se dé cuenta del color como una forma de construir las relaciones entre los dominios disciplinares de la B, BQ, QO, FQ para los conceptos de GF y PA.

N°	Planta Medicinal	Verde claro	Verde biche	Verde intenso	Verde militar
1	Albahaca	X			
2	Cannabis s. Haze				X
3	Cannabis s. Plaza		X		
4	Eucalipto	X			
5	Manzanilla		X		
6	Menta			X	
7	Pino			X	
8	Yerbabuena				X

Tabla 10: Intensidad del color verde – extracto vegetal

Los colores que logran tener más de una coincidencia podrían dar información acerca de los compuestos químicos que el extracto de esa planta pueda contener, al revisar las observaciones sobre el color se encontró que para aquellos verdes más intensos como en el *Cannabis sativa* y en la yerbabuena la presencia de flavonoides era mucho mayor a diferencia de aquellos extractos en el que el color verde parecía ser más suave-, demostrando que la concentración de pigmentos en los extractos vegetales es un indicativo para la presencia de flavonoides, sustancias que son capaces de brindar color a los tejidos vegetales.

Esta idea se comprueba en el Ensayo Shindoa en el que se espera encontrar coincidencias entre estas especies vegetales y las predicciones que han surgido en las observaciones cualitativas y en la preparación de los extractos de vegetales. A su vez, sería posible comparar los resultados de las observaciones cualitativas con los resultados que revelaron las espectrofotometrías de ultravioleta e infrarrojo donde se espera encontrar similitudes entre los compuestos químicos, en especial flavonoides como la Apigenina en los extractos vegetales de estas dos plantas. Por tanto, el color verde militar es un indicativo claro de la presencia y concentración de compuestos químicos que pueden ser comunes a las plantas que logramos clasificar inicialmente en la práctica Observando más allá de los sentidos.

1.4 Raye de las plantas medicinales - hojas frescas

El raye de las plantas medicinales frescas fue clave en Observando con nuestros sentidos ya que brindó información acerca de algunos compuestos químicos presentes característicos en los que fue posible observar un desprendimiento al raye de las hojas frescas, siendo viable determinar que al preparar los extractos vegetales se encontrase plantas con mayor contenido de pigmentos: albahaca, *Cannabis sativa* Haze, *Cannabis sativa* Plaza; en comparación con aquellos con raye medio como la manzanilla; bajo como y nulo como el pino.

N°	Planta Medicinal	Alto	Medio	Bajo	Nulo
1	Albahaca	X			
2	Cannabis s. Haze	X			
3	Cannabis s. Plaza	X			
4	Eucalipto			X	
5	Manzanilla		X		
6	Menta	X			
7	Pino				X
8	Yerbabuena	X			

Tabla 11: Raye de las plantas medicinales – hojas frescas

1.5 Raye de las plantas medicinales - hojas secas

El raye de las plantas medicinales secas se tomó como medida del grado de descomposición de los compuestos químicos presentes. Por lo que a mayor grado de deshidratación de la planta menor será el raye que deje en la hoja, dando una noción de los cambios en la composición y estructura de los compuestos químicos, nuevamente fundamentales en la construcción del concepto de GF y PA.

N°	Planta Medicinal	Alto	Medio	Bajo	Nulo
1	Albahaca				X
2	Cannabis s. Haze		X		
3	Cannabis s. Plaza		X		
4	Eucalipto			X	
5	Manzanilla			X	
6	Menta		X		
7	Pino		X		
8	Yerbabuena			X	

Tabla 12: Raye de las plantas medicinales – hojas secas

1.6 Tinte de los extractos vegetales - hojas frescas

Para la preparación de los extractos vegetales se tomaron los pesos en gramos aquí indicados, pues de esta forma se encontró que se aumentaba a concentración necesaria para que el tinte desprendiera color, valores usados para esta prueba y para la disolución de las soluciones que irán a lectura en el UV vis, datos que brindan información acerca de la composición química por la intensidad que deja el tinte al ponerse sobre una hoja de papel.

N°	Planta Medicinal	Pesos (g)	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
1	Albahaca	0,530		X		
2	Cannabis s. Haze	0,531	X			
3	Cannabis s. Plaza	0,532	X			
4	Eucalipto	0,531		X		
5	Manzanilla	0,531			X	
6	Menta	0,532			X	
7	Pino	0,533	X			
8	Yerbabuena	0,531	X			

Tabla 13: Tinte de los extractos vegetales – hojas frescas

1.7 Tinte de los extractos vegetales - hojas secas

Para la preparación de los extractos vegetales de hojas secas se tomaron los pesos en gramos aquí indicados, pues de esta forma se encontró que se aumentaba a concentración necesaria para que el tinte desprendiera color, valores únicamente usados para esta prueba, datos que brindan información acerca de la composición química por la intensidad que deja el tinte al ponerse sobre una hoja de papel.

N°	Planta Medicinal	Pesos (g)	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
1	Albahaca	0,511				X
2	Cannabis s. Haze	0,512		X		
3	Cannabis s. Plaza	0,511			X	
4	Eucalipto	0,509	X			
5	Manzanilla	0,511				X
6	Menta	0,493			X	
7	Pino	0,516				X
8	Yerbabuena	0,513				X

Tabla 14: Tinte de los extractos vegetales – hojas secas

Al examinar el color en diferentes muestras de extractos etanólicos de plantas medicinales frescas y secas se encontró que existe relación entre el color y los compuestos químicos que posee la planta, pues a medida que el color se hace claro las concentraciones de flavonoides disminuyen, un ejemplo la albahaca y el eucalipto quienes no presentaban coloraciones intensas y tampoco arrojaron resultados positivos para la Apigenina en el Ensayo Shindoa siendo solo común para aquellas plantas que presentan un verde intenso en sus tejidos como el *Cannabis sativa*, la menta y la yerbabuena. También, el color en las plantas secas es un indicativo de la oxidación u degradación de los flavonoides presentes en las plantas. Las plantas que estaban en un inicio verdes, al marchitarse pierden su capacidad para mostrar pigmentaciones verdes y comienzan a mostrarse amarillas o marrones, las plantas con mayor concentración de flavonoides oscurecieron a marrón más lento que aquellas en las que la coloración era amarilla, de modo que se presenta también una relación entre las plantas que no tenían gran concentración de flavonoides en el extracto vegetal fresco que al oxidarse no mostraron gran cambio en el color diferencia de las verdes más intensas que drásticamente oscurecieron sin permitir ver a través de ellas y que arrojaron resultados positivos en el Ensayo Shindoa.

El analizar extractos de plantas medicinales frescas y secas permite verificar que si existen componentes cuando los tejidos que se van a estudiar de las plantas se conservan cuando la planta ha sido cortada y tratada, y que cuando actúa el oxígeno del aire estos extractos pierden esos componentes que las hacían ver brillantes tornándose amarillentos y opacos. Por lo que el tiempo y el almacenamiento de los extractos etanólicos frescos es clave para poder realizar los Ensayos Shindoa, pues entre más fresco el material, mayor concentración de flavonoides en la muestra. De modo que las plantas secas ya han perdido todos sus flavonoides en este proceso de secado y al extraerlos tomamos esos flavonoides, pero oxidados, imposibilitando seguir con los estudios de Ensayo Shindoa y Espectrofotometría UV e IR ya planteados.

1.8 Intensidad del aroma - hojas frescas

Se revisa la intensidad del aroma teniendo en cuenta el olor que emana o es dejado por las plantas medicinales al ser trituradas en la palma de la mano limpia y seca, libre de algún componente que altere esta propiedad cualitativa del fenómeno que podría predecir la presencia de compuestos químicos comunes para aquellas plantas que tengan aromas similares. Se trata de tomar de cada muestra la misma cantidad para evitar diferencias entre este aspecto de intensidad muy suave, suave, media, intensa. Los aromas intensos como *Cannabis s. Haze*, Eucalipto, Menta podrían contener algún compuesto químico en común, perteneciente a un GF en específico que le brinde esta propiedad, sí lo anterior es correcto, y además estos compuestos se encuentran en los extractos vegetales preparados por la determinación UV, podría darse una idea de la similitud de estas con el Cannabis sativa y del PA que se ha encontrado.

N°	Planta Medicinal	Muy suave	Suave	Medio	Intenso
1	Albahaca		X		
2	Cannabis s. Haze				X
3	Cannabis s. Plaza			X	
4	Eucalipto				X
5	Manzanilla			X	
6	Menta				X
7	Pino	X			
8	Yerbabuena		X		

Tabla 15: Intensidad del aroma – hojas frescas

1.9 Sensación del aroma - hojas frescas

N ^o	Planta Medicinal	Arm	Fru	Mnt	Lñs	Mhs	Rnc	Frs	Conversiones
1	Albahaca	x				X	X		Arm = aromático Fru= frutal Mnt= Mentolado Lñs= Leñoso Mhs= Mohoso Rnc= rancio Frs= fresco
2	Cannabis s. Haze	X	X	X				X	
3	Cannabis s. Plaza	X						X	
4	Eucalipto	X		X	X			X	
5	Manzanilla	X	X					X	
6	Menta		X	X		X		X	
7	Pino		X	X	X			X	
8	Yerbabuena	X	X	X				X	

Tabla 16: Sensación del aroma – hojas frescas

La sensación del aroma es evaluada a partir de características de algunos estudios cualitativos fitoquímicos de los cuales se tomaron y adaptaron algunas categorías para poder estudiar las siete especies de plantas medicinales tradicionales colombianas. En algunas de las PM se encontraron tres o más sensaciones por lo que se tienen en cuenta aquellas que presentan sensación cuatro o más. Esta evaluación es importante para clasificar por grupos funcionales (GF) aquellos aromas que sean similares, se espera que al comparar los resultados con las pruebas cualitativas se encuentren algunas relaciones entre esta cualidad y la composición química de las PM.

1.10 Sensación al tacto - hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Suave	Rugosa	Lisa	Blandas	Caucho	Arenosa	Dura
1	Albahaca	X				X	X	
2	Cannabis s. Haze	X			X		X	
3	Cannabis s. Plaza	X		X	X			
4	Eucalipto			X		X		X
5	Manzanilla	X			X		X	
6	Menta	X			X		X	
7	Pino		X			X		X
8	Yerbabuena	X	X		X			

Tabla 17: Sensación al tacto – hojas frescas

Se evaluó la sensación al tacto de cada una de las siete muestras de PM como parte de la observación inicial detallada, pues en la búsqueda de objetos extraños se aprovecha el tacto para clasificar las PM de acuerdo a su textura, en algunas de ellas se encuentra que las hojas frescas con suaves, blandas, y arenosas; se espera que al realizar la identificación y determinación UV vis se dé cuenta de la presencia de compuestos químicos comunes, que inicialmente fueron descubiertos por la Observación cuidadosa y guiada que ha preparado el profesor y que a su vez aportan a la construcción de las relaciones entre los dominios disciplinares para la formación de los conceptos de GF y PA.

1.11 Facilidad de quiebre - hojas secas

Nº	Planta Medicinal	+	-	0
1	Albahaca	X		
2	Cannabis s. Haze	X		
3	Cannabis s. Plaza	X		
4	Eucalipto			X
5	Manzanilla	X		
6	Menta	X		
7	Pino			X
8	Yerbabuena	X		

Tabla 18: Facilidad de quiebre – hojas secas

La facilidad de quiebre fue evaluada como:

+ : Positiva

- : Negativa

0: Nula

De estas observaciones es posible determinar que al secarse las hojas de las plantas no sólo se pierden humedad, si no que a su vez los compuestos químicos se transforman por reacciones parecidas a las que suceden cuando se oxida una manzana, el cambio de color, olor y textura en hojas secas son una prueba de que para la determinación de compuestos químicos; flavonoides y terpenos es necesario material vegetal muy fresco, pues tan pronto se corte la planta estos comienzan a degradarse perdiendo sus propiedades químicas. Los que no presentan quiebre pertenecen a especies arbóreas, por lo que su desgaste en el tiempo es menor.

1.12 Sensación de Frío - Extractos vegetales

N°	Planta Medicinal	Muy alta	Alta	Media	Baja
1	Albahaca				X
2	Cannabis s. Haze	X			
3	Cannabis s. Plaza		X		
4	Eucalipto	X			
5	Manzanilla			X	
6	Menta	X			
7	Pino	X			
8	Yerbabuena	X			

Tabla 19: Sensación de Frío – Extractos vegetales

A la hora de evaluar la sensación de frío se tuvo en cuenta la sensación en la piel que quedaba al evaporarse el extracto, de tal forma que se diera un tiempo similar para cada una de las muestras. Las PM con sensación de frío muy alta podrán contener sustancias a fines como el mentol, sin embargo no todas las especies de *Cannabis sativa* poseen esta sustancia por lo que se considera que es un punto clave para abordar los usos medicinales que ha dado la comunidad basándose en este aspecto.

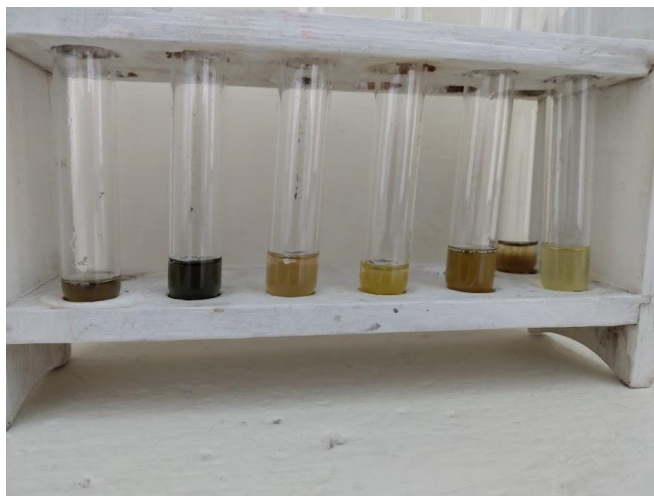
Al terminar los protocolos 0 y 1 los estudiantes puedan predecir si en las siete muestras habrá o no presencia de Apigenina, este ejercicio debe realizarse antes de iniciar el protocolo de práctica 2 pues le permite al estudiante generar de sus observaciones predicciones, basándose en su intuición y en la observación detallada que se ha realizado hasta ahora.

2. Protocolo de práctica 2: Descubriendo la Apigenina

En la realización del Protocolo de práctica 2 como ya se ha dicho anteriormente se toman en cuenta aquellas habilidades para la observación, predicción, percepción, precuantificación y cuantificación de un fenómeno a partir de sus cualidades como el cambio de color. En el desarrollo de esta práctica a su vez se espera que el estudiante logre mejorar sus destrezas en la toma de medidas, el manejo de instrumentos y material de laboratorio; aquí se acerca el estudiante a la investigación por medio de métodos innovadores usando el trabajo práctico y el uso comprensivo del conocimiento científico como estrategias para lograrlo.

Se hace preciso el uso de instrumentos, material y reactivos limpios, libre de pelusas, polvo, o interferentes; así como la adecuada desinfección de la zona de trabajo, las manos y los utensilios que se usarán para almacenar las muestras pues éstas son muy sensibles a la descomposición de microorganismos y agua en los extractos vegetales etanólicos al 80%.

Se requiere como ya se ha dicho que el estudiante realice el instrumento dos veces; uno, antes de iniciar la ejecución del protocolo de practica 2; y segundo al terminar el protocolo de práctica 2 – Descubriendo la Apigenina. Dicho esto, al realizar las pruebas piloto se encontró que el color verde presente en los extractos vegetales obstaculizaba apreciar las tonalidades rojizas y ámbar del ensayo, por lo que debió realizarse más de una vez hasta lograr observarlas.



Fotografía 9: Resultados Ensayo Shindoa - Protocolo de práctica 2 - Descubriendo la Apigenina

El Ensayo Shindoa fue decisivo a la hora de determinar si efectivamente *la observación y la actividad experimental podrán brindar herramientas propias para construir criterios de análisis comunes a los dominios disciplinares de la biología, la química orgánica, la bioquímica y la fitoquímica*, pues permitió identificar la presencia de compuestos comunes entre las siete muestras.

Como se discutió en el Capítulo III de Actividades Experimentales el Ensayo Shindoa permite determinar de forma cualitativa la presencia de Flavonoides, en especial de la Apigenina. Al realizar la revisión bibliográfica, las pruebas piloto, y la discusión de los resultados se consideró que esta parte brindó aquellas herramientas de análisis capaces de dar cuenta de cómo a través del estudio de caso del *Cannabis sativa* se puede aproximar al estudiante a la formación de conceptos como los de GF, que si se profundiza en otro dominio disciplinar podría ser aproximado desde los metabolitos secundarios y la formación del concepto de principio activo, PA.

Los resultados del análisis Ensayo Shindoa se resumen así:

N°	Planta Medicinal	+	-	+/-
1	Albahaca			X
2	Cannabis s. Haze	X		
3	Cannabis s. SECA			X
4	Eucalipto		X	
5	Manzanilla	X		
6	Menta	X		
7	Pino			X
8	Yerbabuena	X		

Tabla 20: Resultados Ensayo Shindoa - Extractos vegetales

La coloración amarilla, rojiza o ámbar fue evaluada como

+: Positiva

-: Negativa

+/-: Media

Las plantas medicinales que tienen características botánicas entre sí suelen parecerse de forma física y a su vez química, presentando similitud en la presencia de Apigenina, un compuesto químico que puede ser identificado por pruebas químicas cualitativas las cuales se usaron como una excusa para abordar la observación y la actividad experimental en el estudio e investigación de PM, por lo que se considera que hasta aquí los resultados han sido satisfactorios, y que la observación cualitativa del color, olor, textura ha logrado evidenciar como los conceptos son formados cuando se incluye en el uso del experimento y cuando el profesor guía las observaciones de los estudiantes hacia el ciclo de formación pero dirigido por conceptos científicos como los de GF y PA, de los cuales se pretende encontrar que si existen relaciones entre los dominios disciplinares y que estas relaciones son interesantes de abordar para los profesores de química cuando se enfrentan a dominios disciplinares más complejos para los que se requieren recursos y materiales específicos; dando en este trabajo de investigación no sólo la oportunidad para que los profesores de química sean incluidos en el aprendizaje de sus estudiantes, si no para que también adquieran habilidades para el diseño, elaboración, ejecución y análisis de prácticas de laboratorio en general.

Otros de los resultados finales de esta investigación incluyen los obtenidos en la visita al V congreso de electroquímica celebrado en la ciudad de Florencia- Caquetá donde fue presentado este proyecto de investigación en las jornadas de ponencia de las cuales se obtuvieron observaciones importantes como las relacionadas a los métodos de extracción usados en la obtención de terpenos, una observación dada por el Profesor Ricardo Benítez de la Universidad del Valle del Cauca especialista en plantas medicinales que nos brindó sus apreciaciones frente al problema y a la forma en la que decidió abordarse esta investigación pues nos mostró el valor de las observaciones cualitativas como parte fundamental del proceso de enseñanza de la química. A su vez, nos dio a conocer factores específicos del comportamiento de los extractos vegetales que al oxidarse su GF era modificado, oxidado, hacia la formación de un grupo ceto que podría absorber mayores longitudes de onda, por ello debía usarse el material más frescopolible y con las mejores condiciones de cultivo.

Nos permitió encontrar la forma de identificar terpenos de forma cualitativa al incluirlos en el raye y tinte de plantas frescas, secas y de los extractos vegetales. Nos sugirió métodos de análisis cuantitativo para terpenos como HPLC, o cromatografía de gases.

La apreciación de interferencia del color verde fue dada por el profesor como un factor a cuidar si se decidía aplicar esta prueba química.

Para finalizar con las observaciones que nos brindó el Profesor Ricardo Benítez de la Universidad del Valle del Cauca, especialista y doctor en plantas medicinales se contempla el ejercicio docente en la química, pues en algunas ocasiones en la enseñanza de la química no se considera importante incluir el dominio disciplinar y el trabajo práctico de laboratorio cualitativo reduciendo la enseñanza de la química al aprendizaje memorístico de fórmulas y símbolos.

El Profesor Benítez considera que para poder ejecutar estos protocolos de práctica se hace necesario guiarlos a partir de preguntas, analogías, comparaciones, diferencias entre las plantas analizadas (fresca, secas, extractos) como un fenómeno que relaciona los dominios disciplinares de la B, BQ, QO y la FQ y que a su vez incluye al profesor para ser quien guie este proceso; por lo tanto el profesor de química que decida guiarse por esta metodología de investigación deberá haber realizado las pruebas piloto primero, preparar las observaciones que se espera obtengan los estudiantes y limitar hasta qué grado de complejidad se llevarán los conceptos aquí estudiados, como los que aquí descubrimos, el cambio de color como el cambio en la composición química.

CONCLUSIONES

En el estudio e investigación de la Construcción de las relaciones entre los dominios disciplinares de la B, BQ, QO, FQ con plantas medicinales tradicionales colombianas, estudio de caso del *Cannabis sativa* aún queda mucho por abordar e implementar, especialmente sobre las observaciones cuantitativas que contemplan los métodos de extracción y determinación de Apigenina, alfa- Fenaldreno, Humuleno, Limoneno por ultravioleta visible (UV VIS) e Infrarrojo (IR) en nueve especies de plantas medicinales: albahaca, *Cannabis sativa* Haze pro, *Cannabis sativa* Plaza Palquemao, eucalipto, manzanilla, menta, pino, yerbabuena que se llevaron a analizar en el laboratorio; por lo que para abordar las observaciones cuantitativas se hace necesaria la estimación cuantitativa de los compuestos químicos a través de cálculos matemáticos usando ecuaciones y coeficientes de absorbancia para los pigmentos a revisar especialmente en las longitudes de onda: 645, 663 y 750 nm de tal forma que se evidencie que el color presente en las muestras se debe a la clorofila a, b, c y a otros compuestos que interfieren en la fotosíntesis pero que no son propiamente los de nuestro interés.

Otras revisiones sugieren implementar extracciones con arrastre de vapor o por rota vapor de forma que pueda purificarse el extracto y luego revisarlo por espectrofotometría de alta resonancia (REM) o Cromatografía de HPLC donde se daría una idea clara y puntual de los compuestos extraídos, así como de su estructura. También, es importante incluir la relevancia de la concentración del solvente a usar, la polaridad del solvente usado es vital para obtener los compuestos deseados con la calidad y pureza necesaria para la aplicación de las pruebas y de cómo influyen en la comprensión de los resultados los aspectos como la toma de muestras, la selección de reactivos, la preparación del material biológico, los métodos usados para preparar las soluciones y las extracciones, la forma en la que se conservan, almacenan y llevan a lectura en los instrumentos, así como el tiempo entre cada uno de los ensayos y lecturas en los instrumentos son vitales para obtener los compuestos de interés.

El proyecto de investigación logró recopilar la suficiente información cualitativa a través de las pruebas piloto, de las que se tiene una base científica acerca de los compuestos químicos presentes en las PM peculiarmente de los **metabolitos secundarios** como la **Apigenina**, de la que se reúnen los resultados suficientes para consolidar tres protocolos de práctica que guíen la formación de los conceptos de **GF** y **PA** hacia el concepto de **metabolitos secundarios** en el estudio de caso del *Cannabis sativa*.

Pues bien, de las pruebas piloto aplicadas además se logró encontrar que para continuar con la construcción de los aspectos que relacionan los dominios disciplinares de la química se precisan de recursos, técnicas de manipulación y planificación de los cultivos de precisión de plantas medicinales en especial del *Cannabis sativa* pues los procesos vitales de las plantas ocurren y se logran relacionar con fenómenos químicos los cuales son de gran relevancia en la fotosíntesis y en el metabolismo secundario de las plantas medicinales siempre y cuando se aseguren las condiciones óptimas para su desarrollo y crecimiento.

De acuerdo con lo anterior y al alcance o no de cada uno de los objetivos de esta investigación se permite presentar los alcances del objetivo asociado a indagar sobre las investigaciones que se han adelantado en el campo de las plantas medicinales, sus extracciones y métodos de análisis que permitan examinar los aspectos conceptuales comunes a los dominios disciplinares de la **Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica**, este objetivo logró ser abordado con éxito al inicio de la metodología de investigación dando las bases para la búsqueda de aquellos aspectos que podrían generar aspecto que relacionen los dominio disciplinarios de la química con los conceptos científicos de **GF, PA, Mc RX**, una indagación que fundamento y guió este proyecto de investigación hacia su profundización y posible implementación.

Posteriormente los alcances obtenidos por el objetivo delimitar los conceptos de Grupo Funcional (GF), Principio Activo (PA) y Mecanismo de Reacción (Mc RX) para precisarlos como elementos que dirigen el estudio e investigación de las plantas medicinales y su relación con los dominios disciplinares de la Biología (**B**), la Bioquímica (**BQ**), la Química Orgánica (**QO**) y la Fitoquímica (**FQ**) fueron abordados a través de las revisiones bibliográficas que dan significado a los concepto de **GF, PA, Mc RX** para precisarlos como elementos que dirigen el estudio e investigación de PM y relacionarlo con los cuatro dominios disciplinares con ayuda del concepto de **metabolitos secundarios**, delimitando allí la investigación. Es notable comentar en esta parte que para el concepto de Mecanismo de Reacción (Mc RX) no logró abordarse como parte de la construcción de las relaciones entre los dominios disciplinarios de la B, BQ, QO y la FQ pues para lograrlo se requieren de estudios específicos y exhaustivos que incluyan la actividad biológica en seres humanos y animales: antimicrobiana, toxicidad, crecimiento, reproducción, actividad bacteriostática (baja mortalidad pero se mantiene la población de cultivos), bactericida, fungicida, anti parasitaria de los extractos vegetales en microorganismos in vitro de tal forma que logre evaluarse si los usos tradicionales que ha dado la comunidad son acordes con la actividad que presentan bajo estudios en el laboratorio por lo que este concepto no logró ser abordado en los cuatro protocolos de práctica pero se considera importante a propósito de este aspecto pensar en incluir un software de modelamiento que permita abordar el concepto y aporte al uso de las TIC's en la clase de ciencias y en el laboratorio.

Para el objetivo de diseñar un conjunto de actividades que hagan énfasis en la observación y la actividad experimental; con el propósito de formar y formalizar los conceptos de Grupo Funcional (GF), Principio Activo (PA) y Mecanismo de Reacción (Mc RX) a partir de la caracterización, extracción y análisis de compuestos químicos presentes en siete muestras de plantas medicinales incluyendo en ellas el *Cannabis sativa* fue abordado en gran medida hacia las observaciones cualitativas: olor, color, textura, las cuales pueden ser puestas a prueba a través del experimento en el Ensayo Shindoa, una oportunidad para que sea incluido en la enseñanza de la química y en la clase de ciencias donde la observación cualitativa de plantas medicinales es especial a los fenómenos que incluyen su metabolismo secundario y a los compuestos químicos específicos para el *Cannabis sativa* dándole la oportunidad a la naturaleza hablar por sí misma, como es, aquí el fenómeno deja de verse como un simple objeto o hecho científico y se convierte en un dialogo asociado para quien toma el proceso de

aprendizaje, brindándole establecer, desarrollar y fortalecer las relaciones y/o conexiones entre los dominios disciplinares de la Biología, la Bioquímica, la Química Orgánica y la Fitoquímica por medio del desarrollo de actividades experimentales sobre la caracterización, extracción e identificación de Apigenina presente en las plantas medicinales como el *Cannabis sativa*; una oportunidad para la formación para Licenciados en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, de ahora en adelante se espera dejar un espacio para la implementación de esta nueva metodología de enseñanza de la química de vanguardia en el que se le brinda a los profesores de ciencias participar de la construcción de conceptos científicos y adquirir habilidades para la explicación de los conceptos que se relacionan a los fenómenos del mundo de la vida.

Se espera que estos resultados permitan abrir un campo de investigación que incluya los fenómenos del mundo de la vida de los estudiantes con los que involucran la investigación, estudio y aprovechamiento de plantas medicinales como el *Cannabis sativa* para la formación de los conceptos científicos de la química pero que también se presenta en los dominios disciplinares de la Biología (B), Bioquímica (BQ), Química Orgánica (QO) y la Fitoquímica (FQ), siendo una guía para el estudiante y el profesor de la que se esperó generar contribuciones importantes a pesar de no haber logrado alcanzar todas las fases metodológicas planteadas por lo que se da espacio a la profundización de las plantas medicinales como en *Cannabis sativa* en la enseñanza de la química.

Los documentos usados en la construcción de esta tesis de grado se encuentran organizados en la bibliografía por ejes de contribución y análisis por lo que muchos de ellos estarán de acuerdo al desarrollo del documento y no en una organización alfabética por lo que se espera que el lector revise las fuentes usadas teniendo en cuenta este aspecto.

CONSIDERACIONES FINALES

Para dar un cierre a la Fase 4 de este trabajo el cual propone la elaboración de reflexiones e implicaciones pedagógicas sobre el rol de la observación y la actividad experimental en la clase de ciencias y de cómo ésta influye en la formación de profesores de química se considera necesario abordar acerca de aquellos aspectos discutidos en la Sustentación final de este trabajo de investigación por lo que estas reflexiones e implicaciones se resumen así:

1. El proyecto de investigación “LA CONSTRUCCIÓN DE RELACIONES ENTRE LOS DOMINIOS DISCIPLINARES DE LA BIOLOGÍA, LA BIOQUÍMICA, LA QUÍMICA ORGÁNICA Y LA FITOQUÍMICA - Estudio de caso: *Cannabis sativa*” es un aporte al programa de Maestría en Docencia de la Química porque apunta al perfil del egresado del programa cuando propone alternativas de solución a problemáticas del contexto de los estudiantes con metodologías de investigación novedosa e innovadora, destacando por su capacidad para vincular la docencia y la investigación científica en aras de mejorar las prácticas educativas.
2. Propone formas interesantes de “hacer ciencia” en el aula y en el laboratorio; y no de “repetir ciencia”, pues impulsa a la construcción de relaciones entre dominios disciplinarios de la química con metodologías de investigación que aproximan al estudiante con el conocimiento científico y con la actividad experimental.
3. Para lograr abordar todos los conceptos científicos se considera la aplicación de prácticas de laboratorio cualitativa para la identificación de las relaciones entre los compuestos químicos presentes y el concepto de mecanismo de reacción (Mc RX), se propone el cultivo en cajas de Petri junto con muestras de hongos, bacterias entre otros para observar la actividad biológica de cada uno de los extractos vegetales preparados. Esta podría ser la oportunidad para abordarlo y aproximar al estudio y profundización de la biología y la fitoquímica cuando se acuden a las observaciones cualitativas detalladas.
4. Luego de las revisiones, correcciones y demás discusiones se considera que la implementación de este trabajo de investigación en el Programa de Licenciatura en Química en una línea nueva de investigación podría ser de trascendencia, pues es un aporte ingenioso que pone en contexto el estudio de caso del *Cannabis sativa* y los dominios disciplinares de la química, dándole la oportunidad a la naturaleza de hablar por si misma a partir de hechos verificables, medibles, cuantificables y que son de gran relevancia en el mundo de la vida de los estudiantes, de la enseñanza de la química, de la formación de profesores de ciencias naturales, de química.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía usada como antecedente de investigación

Bibliografía usada como antecedente de investigación disciplinar

Andica, L (2015) La enseñanza-aprendizaje de la Química a través de las plantas medicinales. Universidad Nacional de Colombia, pp.1 - 124.

Ángeles y otros (2014). Cannabis sativa L., una planta singular. Revista mexicana de ciencias farmacéuticas, 45(4), pp. 1-6.

Bruneton, J (2001). Farmacognosia: Fitoquímica, plantas medicinales. España, pp.7-8.

González, S; Sagredo, O; Gómez, M; Ramos, J (2002). Química y metabolismo de los cannabinoides. En Sociedad Española de Investigación sobre Cannabinoides. Guía básica sobre los Cannabinoides. Madrid: Ministerio de Interior, pp. 3-160.

Hernández, T y otros (2015). Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 18(2), pp. 116-121.

Riboulet-Zemouli, K (2021). Cannabis Sostenible: Manual de Políticas Públicas - Alinear las políticas del Cannabis y del cáñamo con la Agenda 2030 de desarrollo sostenible. Madrid, pp.1 -120.

Rojo, J (2004). Las denominaciones del cáñamo: un problema terminológico y lexicográfico. Revista de Lexicografía, 10, pp. 65-79.

Román, J (2011). Aprendizaje de los grupos funcionales desde el estudio de las plantas medicinales utilizadas en el contexto de la institución educativa Cañamomo y Lomapieta, sede Bajo Sevilla. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Matemáticas y Estadística, pp.1-136.

Thurman, M (2020). Analysis of Cannabis. Comprehensive Analytical Chemistry, pp. 2-313.

Bibliografía usada como antecedente de investigación didáctica

Arcà, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia*. Buenos Aires: Paidós.

Ayala, M; Garzón, M; Malagón , F (2007). Consideraciones sobre la formalización y matematización de los fenómenos físicos. Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento científico sobre los fenómenos físicos.

Koponen, I; Mäntylä, T (2000). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. University of Helsinki. pp. 1-16.

Koponen, I; Kurki-Suonio, K; Jauhiainen, J; & Lavonen, J (2014). The role of experimentality in concept formation in physics: quantifying experiments and invariances. University of Helsinki. Edition Physics Helsinki. pp. 1-6.

Ostergaard, E; Hugo, A & Dahlin, B (2007). From phenomenon to concept: Designing phenomenological science education. Proceedings of the 6th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe. pp. 123-129. Recuperado de http://www.umb.no/statisk/larerutdanning/from_phenomenon_to_concept.pdf.

Bibliografía usada como antecedente para relacionar los dominios disciplinares y los conceptos científicos elegidos

Alarcón, J (2011). Plantas aromáticas y medicinales Enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos. Medidas para la temporada invernal. pp. 2-48.

Casariego, Z (2016). Mecanismo de reacción de "plantas medicinales" aplicadas en lesiones estomatológicas: Revisión. Mecanismo de transferencia de energía mediante moléculas antiinflamatorias y antioxidantes absorbidas por los receptores de las membranas celulares de la mucosa oral. Hipótesis. Avances en Odontoestomatología.

Díaz de Vivar, M; Solís, M; Avaro, M (2018). Química Orgánica: de la arquitecturamolecular a la función biológica: curso de química orgánica para carreras del área de las ciencias biológicas. Edición 1 para el alumno - Comodoro Rivadavia: Universitaria de la Patagonia – EDUPA, pp. 153-325.

Guzmán, V y otros (2009). Farmacología de las plantas medicinales. Revista Información Científica, Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757317013>

Martínez, A (2020). Química de Productos Naturales. UDEA, pp. 35-291.

Ochoa, L; Sarmiento, A (2018). Estudio fitoquímico de la especie vegetal *Bucquetia glutinosa* (L. f.) DC. (*Melastomataceae*) y evaluación de su actividad biológica. UDCA, pp. 2-83.

Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145, 2009 ISSN: 1989-3620.

Tamosiunas, G; Pagano, E, & Artagaveytia, P (2013). Una introducción al perfil farmacológico y terapéutico de la marihuana. Archivos de Medicina Interna, 35(3), 113-116. Recuperado en 16 de julio de 2022, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-423X2013000300010&lng=es&tlng=es.

Vivanco, J; Cosio, E; Loyola, V; Flores, H (2005). Mecanismos químicos de defensa en las plantas. Los vegetales poseen mecanismos de defensa que reflejen una gran diversidad bioquímica, resultado de interacciones complejas. Investigación y Ciencia.

Bibliografía usada como fundamento conceptual

Alfonso, K. (2018). Las sustancias inorgánicas, orgánicas, bioquímicas y su experimentación: una propuesta hacia la educación fenomenológica en ciencias. *Revista pedagógica*, pp.100-110.

Burell, R (1937) *Phytochemistry. What it is and how it has developed*, *Journal of Chemical Education*, 14 (11), p. 520 - DOI: 10.1021/ed014p520.

Chang, R; Goldsby, K; Álvarez, R & Ponce, S. (2013). *Química (11a.ed)*. México D.F.: McGraw Hill.

Hertog, M; Fesens, E; Hollman, P; Katan, M & Kromhout, D (1993) Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet*, 342, pp. 1007-1011.

Paladini, A; Marder, M; Viola, H; Wolfman, C; Wasowski, C & Medina, J (1999) Flavonoids and the central nervous system: from forgotten factors to potent anxiolytic compounds. *J. Pharm. Pharmacol*, 51(5), pp. 519-526.

Radwan, M y otros (2021) *Cannabinoids, Phenolics, Terpenes and Alkaloids of Cannabis*. Vol 24, 2774, (pp.2-29).

Shukla, S; Sanjay, G (2010) *Apigenin and Cancer Chemoprevention, Bioactive Foods in Promoting Health*, Academic Press, pp. 663-689. ISBN 9780123746283, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374628-3.00041-4>.(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123746283000414>)

Bibliografía usada como fundamento experimental

Buckely, D y otros (2005) Interactive Science and Technology. What's science? Boston, USA: Pearson Education.

Bermejo de Zaa, A; Pereira, S; Cintra, J; Mirta, L & Torres, G. (2014). Determinación de parámetros químico- físico de las tinturas al 20% obtenidas de las hojas, tallos y frutos de Melia azedarach L (Pursiana). Revista Habanera de Ciencias Médicas, 13(5), pp. 670-680.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2014000500004&lng=es&tlng=es.

Chouhan, S; Guleria, S (2020) Materials Science for Energy Technologies, 3, pp. 536-544.

Domínguez, X (1988). Métodos de investigación fitoquímica. Limusa.

Gallego, J. (2011). El cultivo ecológico de cannabis. Un manual práctico (Primera ed., Vol. 1). Barcelona, España: Indicios.

Hiscox, J; Israelstam, G (1979) A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration. Canadian Journal of Botany, 57, pp. 1332-1334.
<https://doi.org/10.1139/b79-163>

Silverstein, M; Webster, X & Kiemle, J (2005). Spectrometric Identification of Organic Compounds. Organic Chemistry. [http://doi.org/10.1016/0022-2860\(76\)87024-X](http://doi.org/10.1016/0022-2860(76)87024-X)

Wade Jr, L. (2004). Espectroscopía de infrarrojo y espectrometría de masas. Pearson Educación (Ed.), Química Orgánica, 5.

Bibliografía usada como perspectiva fenomenológica

Geelan, D (2020) Teacher Skills in a conceptual explanation: Physical science, Educational Sciences. 10(23). pp.1-11.

Ostergaard, E., Hugo, A., & Dahlin, B. (2007). From phenomenon to concept: Designing Fenomenological Science Education. Proceedings of the 6th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe. (pp. 123-129). Recuperado de http://www.umb.no/statisk/larerutdanning/from_phenomenon_to_concept.pdf.

ANEXOS

Anexo 1



V CONGRESO COLOMBIANO DE
ELECTROQUÍMICA
VIII SEMINARIO INTERNACIONAL DE
QUÍMICA APLICADA
III Escuela Andino-Amazónica de Química
WORKSHOP QUÍMICA Y BIOLOGÍA DE HONGOS CON POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO



El comité organizador del:

V Congreso Colombiano de Electroquímica - V CCEQ,
VIII Seminario Internacional de Química Aplicada - VIII SEQUIAMAZ,
Workshop Química y Biología de Hongos con Potencial Biotecnológico,
III Escuela Andino - Amazónica de Química - III EAAQ.

Certifica que el trabajo titulado:

La construcción de relaciones entre los dominios disciplinares de la biología, la bioquímica, la química orgánica. Estudio de caso del cannabis sativa

Fue presentado por:

Karen Lorena Alfonso López

En la modalidad de **Ponencia Oral**

Llevado a cabo en n Florencia Caquetá del 3 al 7 de octubre del 2022.

Dra. Paola villegas Guzman
Presidenta Comité Organizador

Dr. Jaime Fernando Martinez
Presidente Comité Científico V CCEQ

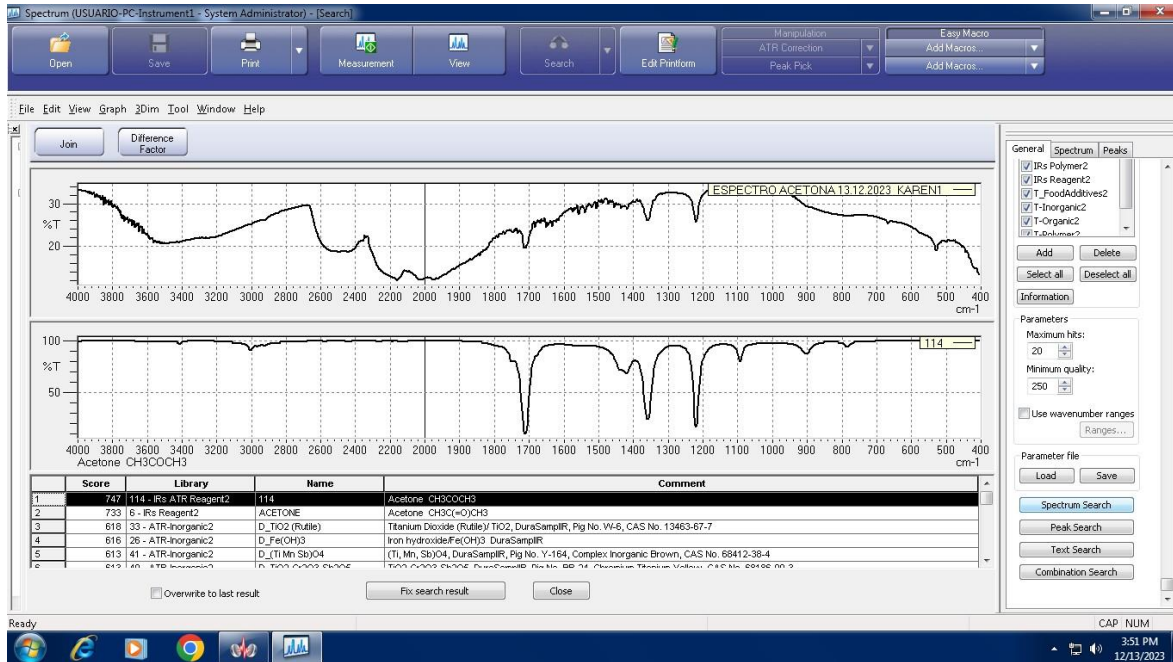
Dra. Paula Lilianda Galeano G.
Presidenta comité científico
VIII SEQUIAMAZ



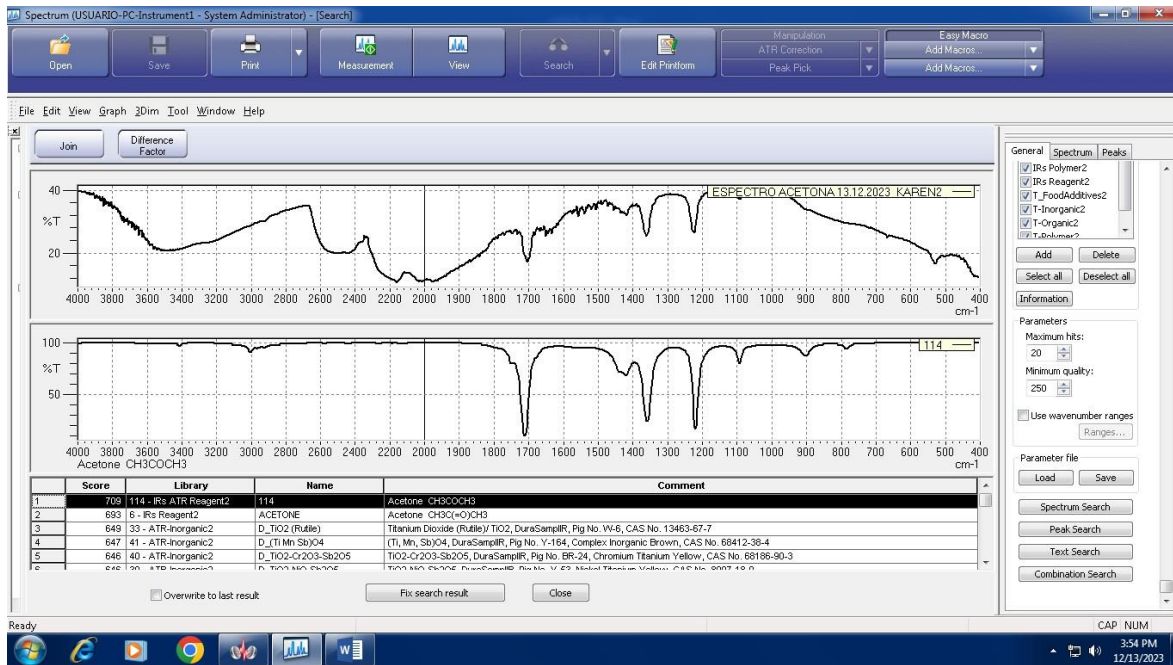
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE QUÍMICA



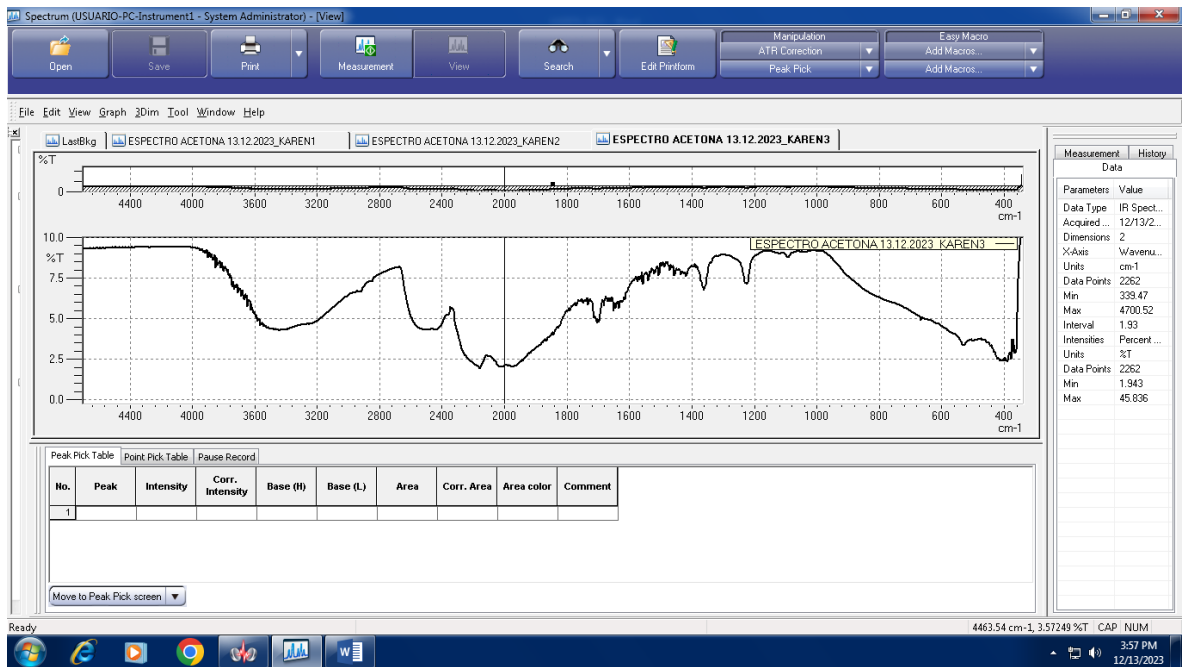
Anexo 2



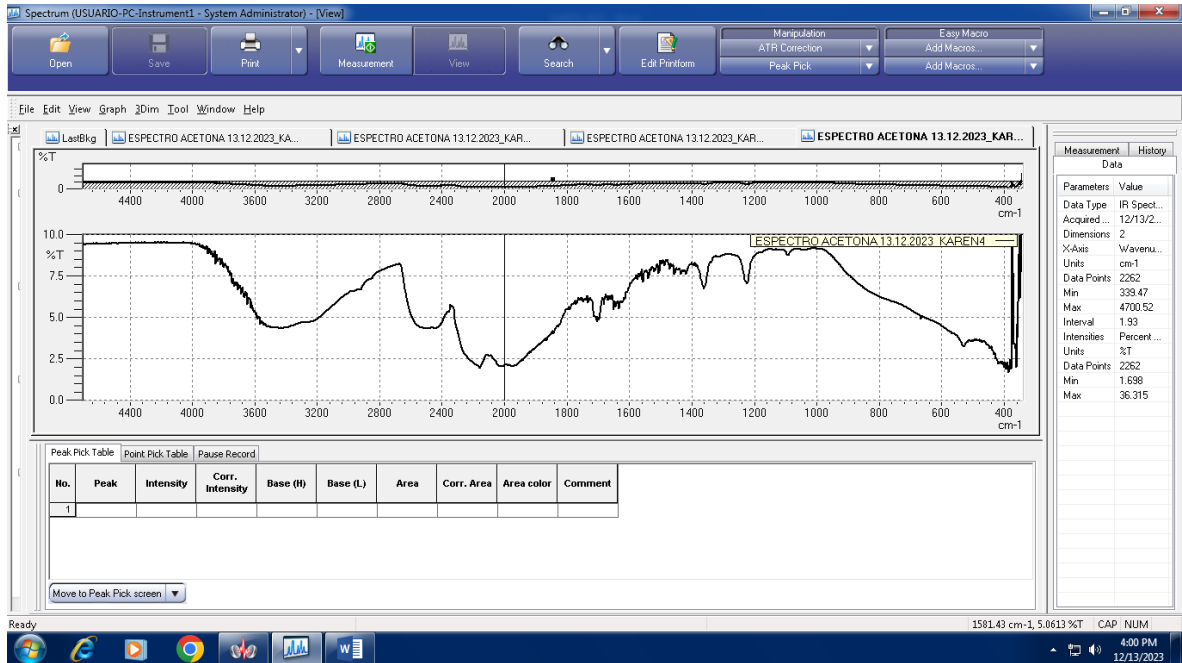
2.1 BLANCO ACETONA



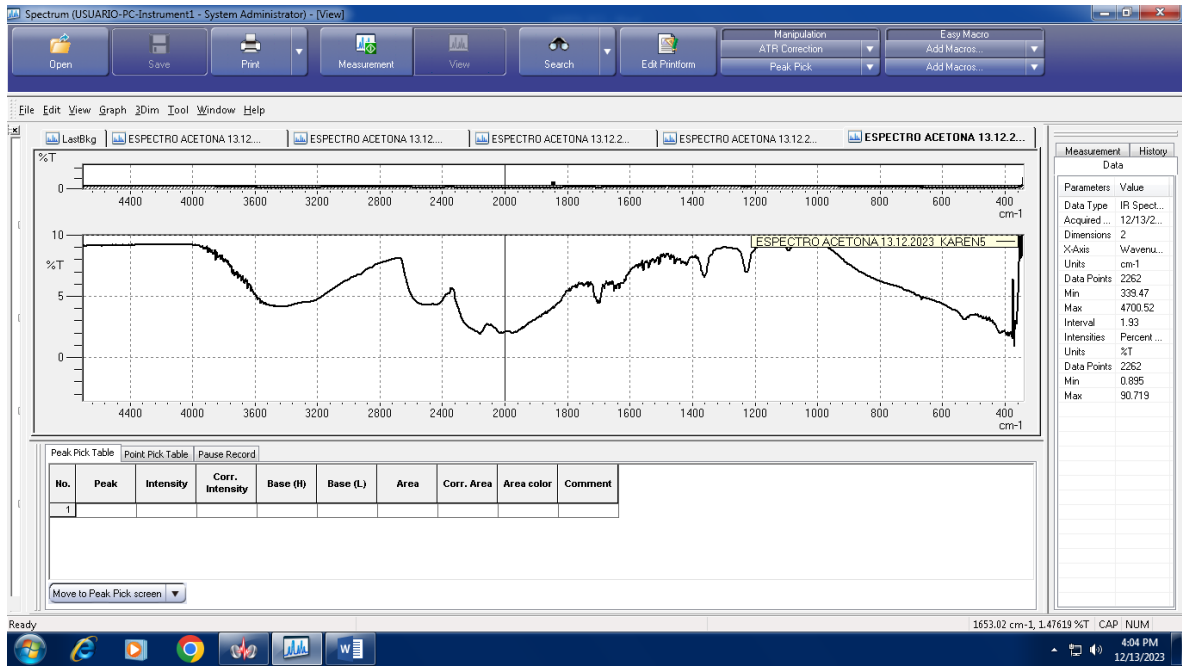
2.2 ALBAHACA



2.3 CANNABIS SATIVA



2.4 EUCALIPTO



2.5 MANZANILLA

Anexo 3

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

OBSERVANDO MÁS ALLÁ DE LOS SENTIDOS

(Percepción - Qualitative Knowledge)

Keywords: *observar, predecir, clasificar, experiencias sensoriales, experimentos cualitativos, compuestos químicos, metabolitos secundarios, flavonoides.*

Observando con más allá de los sentidos en su ejecución se usó una lupa para la búsqueda de objetos extraños, parte vital para asegurar el resultado de la extracción, identificación y determinación de los compuestos químicos; flavonoides: Apigenina: y terpenos: alfa – fenaldreno, limoneno y humuleno. La información que puede abstraerse de la observación inicial detallada en el trabajo con hojas frescas, secas y extractos etanólicos de plantas medicinales tradicionales colombianas: Albahaca, *Cannabis sativa*, Eucalipto, Manzanilla, Menta, Pino, Yerbabuena. Se revisan las cualidades como el color, el olor, la textura de plantas medicinales, este paso es fundamental para acercar al estudiante con el estudio de los fenómenos, en especial con aquellos que no logran identificarse a simple vista, al mismo tiempo también le permite al profesor evaluar las propias percepciones de los estudiantes frente a un fenómeno, y así brindar un punto de partida a las ideas de lo que éste puede comprender o no; por lo que la observación cualitativa – Observando más allá de los sentidos es un punto de partida vital para la correcta ejecución de los protocolos de práctica y de la formación de los conceptos de **GF y PA** de tal forma que estos sean comparados con la información de la Tabla 5, se espera que al comparar los resultados obtenidos a partir de la observación se de paso a la intuición, percepción, precuantificación, cuantificación, estructuración que propone Koponen (2014) en el ciclo para la formación de conceptos.

Las observaciones cualitativas están relacionadas a las descripciones que no pueden ser expresadas en números o cantidades y hacen parte de las habilidades que usan los científicos para estudiar y aprender del mundo de la vida. El color, la textura, y el olor de hojas frescas de plantas medicinales para la previa preparación de los ensayos cualitativos y cuantitativos son de suma importancia a la hora de estructurar el conocimiento científico y formalizar los conceptos. A su vez las observaciones cualitativas iniciales permiten generar interpretaciones (basadas en la información y el razonamiento de lo que ya se conoce) y predicciones (que sucederá basado en la experiencia o la evidencia) de lo observado.

En el siguiente diagrama de flujo se presentan las instrucciones y demás indicaciones que requieran para la realización de esta actividad experimental.

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

Objetivos:

- ✓ Revisar, organizar, limpiar y preparar las hojas, flores y tallos de plantas medicinales (Albahaca, *Cannabis sativa* (2 muestras), Eucalipto, Manzanilla, Menta, Pino, Yerbabuena) de tal forma que se asegure la pureza de los compuestos químicos obtenidos sin residuos u interferentes.
- ✓ Clasificar y registrar la información cualitativa revelada por las observaciones de hojas frescas, secas y por los extractos etanólicos: color, textura, olor de las muestras de plantas medicinales.
- ✓ Propone preguntas de sus observaciones e interpretaciones iniciales para predecir la presencia de los compuestos químicos particulares en las muestras de plantas medicinales.

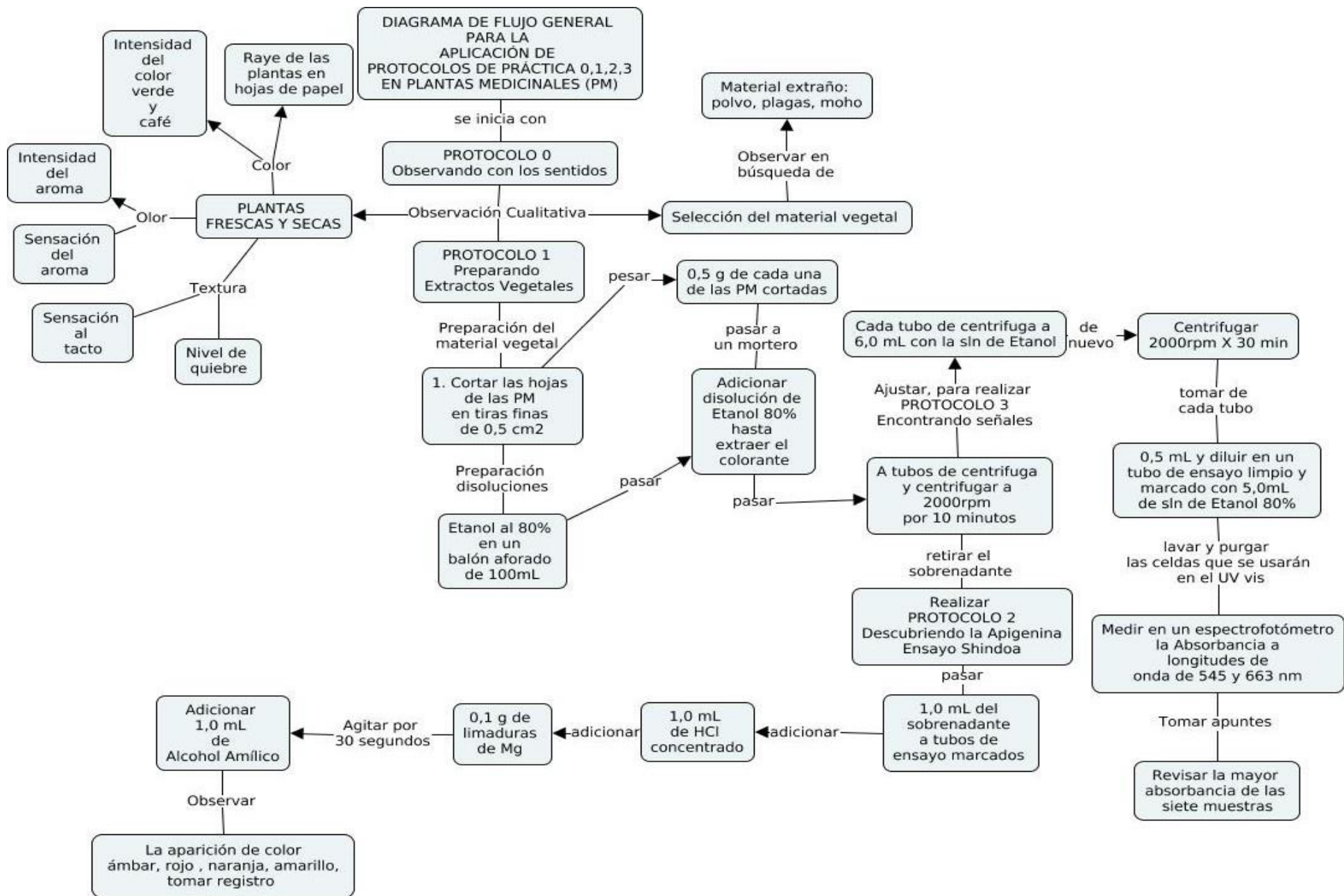


Ilustración 1- PROTOCOLO DE PRÁCTICA - DIAGRAMA DE FLUJO GENERAL

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

MATERIALES Y REACTIVOS

N_o	Materiales	Cantidad	Reactivos	Cantidad	Equipos	Cantidad
1	Vidrios de reloj	8	Etanol 98%	250 mL	Balanza	1
2	Tijeras	1	Agua destilada			
3	Lupa	1				
4	Frasco lavador	1				
5	Colador	1				
6	Espátula	2				
7	Toallas de papel	4				
8	Marcador	1				
9	Mortero con pistilo	4				
10	Escobilla	1				

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

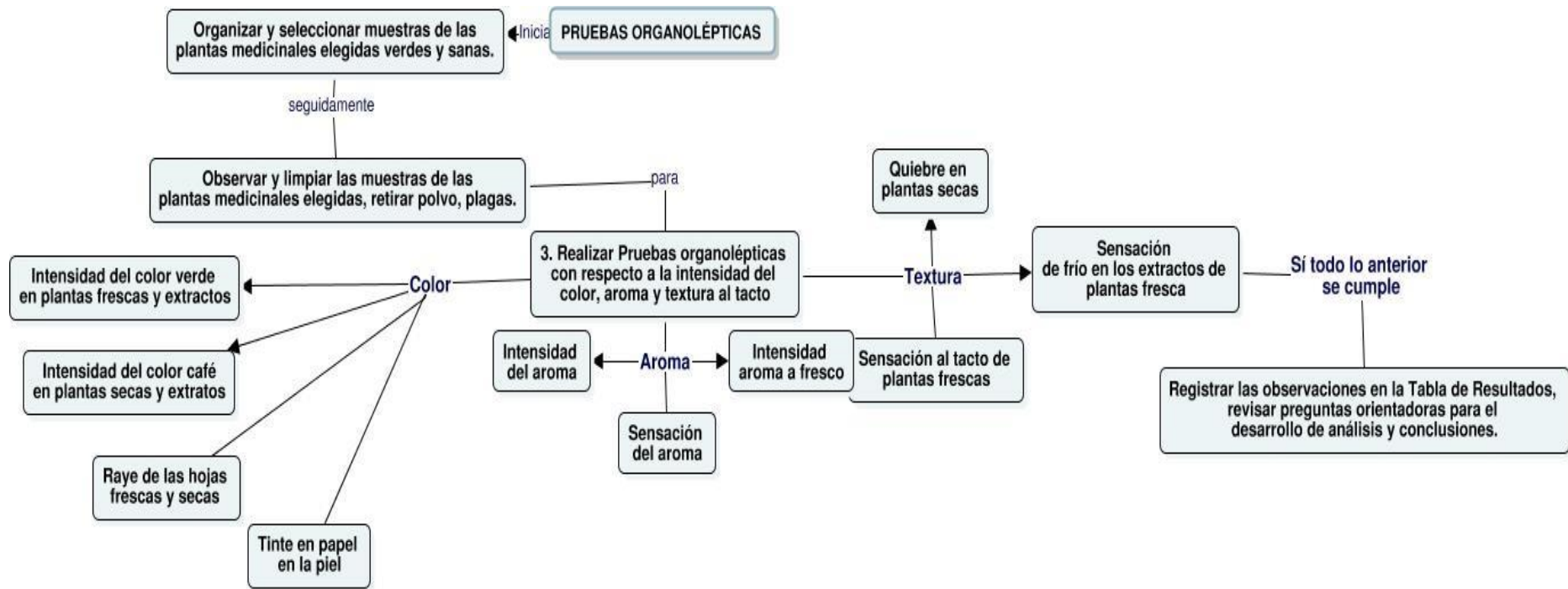


Tabla 1: Pruebas organolépticas

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

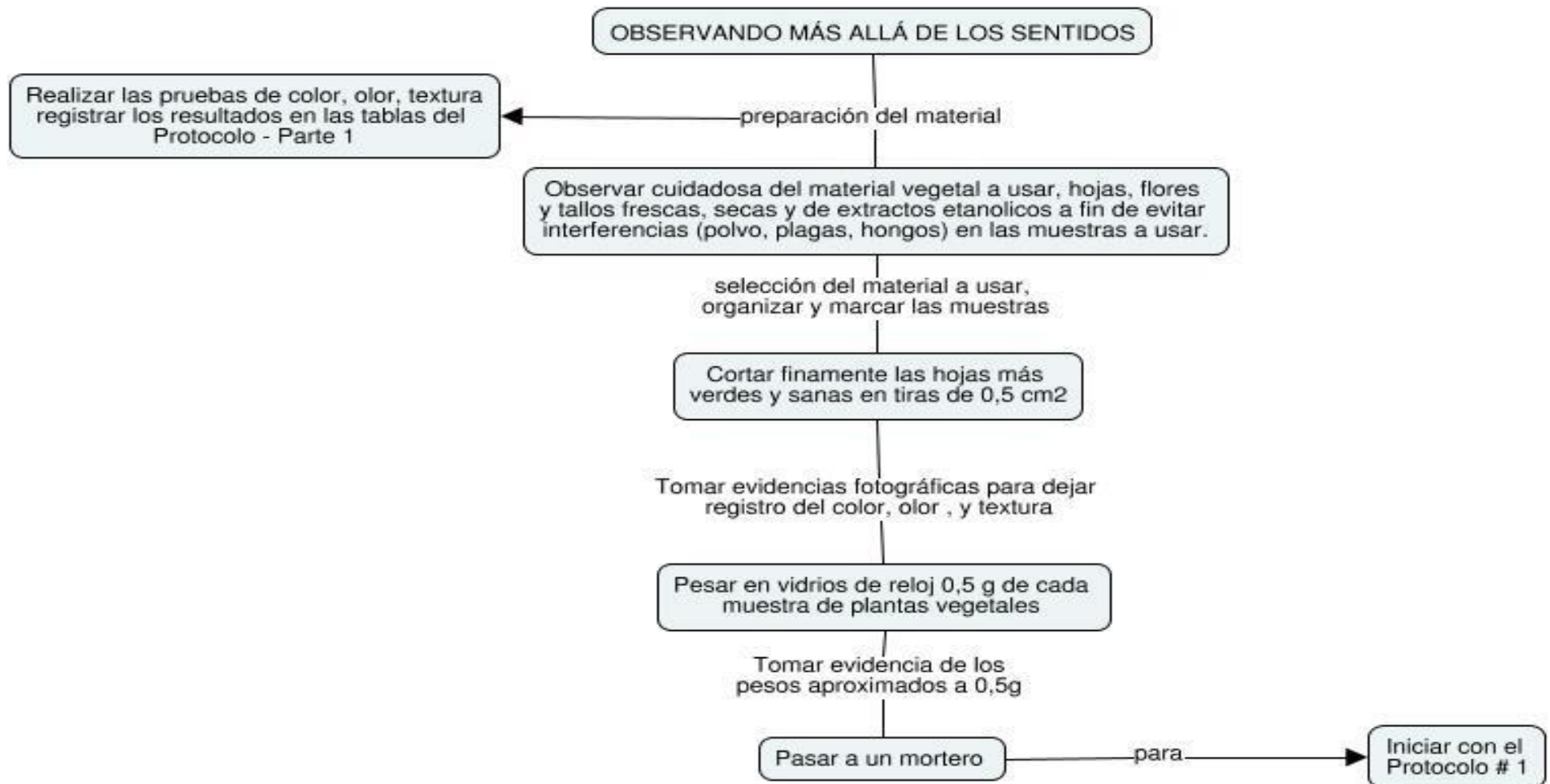


Tabla 2 - Selección del material vegetal

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

Preguntas de Investigación:

1. ¿Observas colores diferentes o similares entre las plantas seleccionadas?
2. ¿Cómo podrías organizarlas por intensidad de color verde y café, crees que esta particularidad se debe a compuestos químicos similares entre las plantas del mismo color?

Parámetros para juzgar las observaciones de los estudiantes

1. Clasificación de los colores verde y café
2. Organización de los colores verde y café
3. Posibles relaciones entre el color y los compuestos químicos presentes
4. Observaciones detalladas que indican cambios en las plantas frescas, secas y en los extractos y dan paso a la chispa de la intuición.

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

Tabla de Resultados

1. Intensidad del color verde – hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Verde claro	Verde biche	Verde intenso	Verde Militar
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

2. Intensidad del color café – hojas secas

N°	Planta Medicinal	Café pálido Capuchino	Café Tostado	Café	Café grisáceo
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

3. Intensidad del color verde – extracto vegetal

N°	Planta Medicinal	Verde claro	Verde biche	Verde intenso	Verde militar
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

4. Raye de las plantas medicinales – hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Alto	Medio	Bajo	Nulo
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

5. Raye de las plantas medicinales – hojas secas

N°	Planta Medicinal	Alto	Medio	Bajo	Nulo
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

6. Tinte de los extractos vegetales – hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Pesos (g)	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
1	Albahaca					
2	Cannabis s. Haze					
3	Cannabis s. Plaza					
4	Eucalipto					
5	Manzanilla					
6	Menta					
7	Pino					
8	Yerbabuena					

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

7. Tinte de los extractos vegetales – hojas secas

N°	Planta Medicinal	Pesos (g)	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
1	Albahaca					
2	Cannabis s. Haze					
3	Cannabis s. Plaza					
4	Eucalipto					
5	Manzanilla					
6	Menta					
7	Pino					
8	Yerbabuena					

8. Intensidad del aroma – hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Muy suave	Suave	Medio	Intenso
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

9. Sensación del aroma – hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Arm	Fru	Mnt	Lñs	Mhs	Rnc	Frs	Conversiones
1	Albahaca								Arm = aromático Fru= frutal Mnt= Mentolado Lñs= Leñoso Mhs= Mohoso Rnc= Rancio Frs= fresco
2	Cannabis s. Haze								
3	Cannabis s. Plaza								
4	Eucalipto								
5	Manzanilla								
6	Menta								
7	Pino								
8	Yerbabuena								

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

10. Sensación al tacto - hojas frescas

N°	Planta Medicinal	Suave	Rugosa	Lisa	Blandas	Caucho	Arenosa	Dura
1	Albahaca							
2	Cannabis s. Haze							
3	Cannabis s. Plaza							
4	Eucalipto							
5	Manzanilla							
6	Menta							
7	Pino							
8	Yerbabuena							

11. Facilidad de quiebre - hojas secas

N°	Planta Medicinal	+	-	0
1	Albahaca			
2	Cannabis s. Haze			
3	Cannabis s. Plaza			
4	Eucalipto			
5	Manzanilla			
6	Menta			
7	Pino			
8	Yerbabuena			

La facilidad de quiebre fue evaluada como:

+ : Positiva

- : Negativa

0: Nula

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 0 - OBSERVACIONES INICIALES

12. Sensación de Frío - Extractos vegetales

Nº	Planta Medicinal	Muy alta	Alta	Media	Baja
1	Albahaca				
2	Cannabis s. Haze				
3	Cannabis s. Plaza				
4	Eucalipto				
5	Manzanilla				
6	Menta				
7	Pino				
8	Yerbabuena				

Otras observaciones:

Preguntas para analizar y concluir:

Al registrar tus observaciones ¿cómo puedes relacionar el color observado con los compuestos químicos que podría tener la planta?, ¿cómo los colores más intensos podrían tener relación con la presencia de flavonoides?

Bibliografía

Hiscox, J; Israelstam, G (1979) A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57, pp. 1332-1334.
<https://doi.org/10.1139/b79-163>

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 1 - OBSERVACIONES CUALITATIVAS

PREPARANDO EXTRACTOS VEGETALES PREPARACIÓN DE EXTRACTOS ETÁNICOS

Keywords: *metabolitos secundarios, extracto vegetal, percepciones sensoriales, percepción, color, olor, sensación, aroma y piel..*

Objetivo:

Preparar Extractos Vegetales de plantas medicinales tradicionales colombianas de acuerdo a lo planteado por Hiscox e Israelstam (1979) para determinar la presencia de compuestos químicos: flavonoides y terpenos.

Introducción

La obtención de extractos alcohólicos es una forma de preparación en la que podemos extraer compuestos químicos de interés para el estudio cualitativo y cuantitativo de las plantas medicinales, en especial de aquellos grupos funcionales de interés como los flavonoides y terpenos. La preparación, limpieza, pesaje y tratamiento de las muestras antes y durante el proceso de extracción requieren una serie de pasos a seguir que permitan la obtención del mayor grado de pureza de estos compuestos. Protocolo 1 el cual es usado en la última parte del Protocolo 0 y en el Protocolo 2, y 3 por lo que se incluye aquí su realización y discusión, los resultados serán mostrados en el capítulo de resultados.

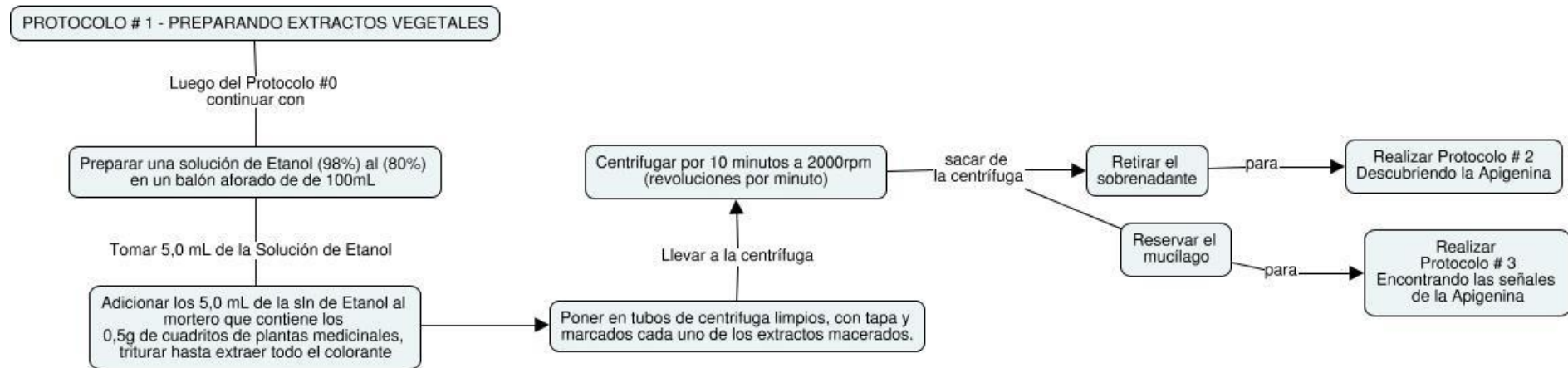
El Protocolo 1 contempla la observación en el Protocolo 0 pero además incluye la selección de las muestras y su preparación para la preparación de los siete extractos vegetales que se usarán a lo largo de las 4 protocolos de práctica. Hiscox e Israelstam (1979) propone la determinación de clorofila, y Chouchan, S y otros (2020) propone en la síntesis de nano partículas la extracción compuestos químicos en el Cannabis sativa.

Se proponen estos conocimientos y su práctica en el laboratorio como excusa para incluir las cantidades, medidas y la actividad experimental de tal forma que el conocimiento cualitativo siga hacia una representación cuantitativa del fenómeno estudiado pero para dar significado a los conceptos de **GF y PA**.

En el siguiente diagrama de flujo se presentan las instrucciones y demás indicaciones que requiera su elaboración.

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 1 - OBSERVACIONES CUALITATIVAS

Tabla 1: Diagrama de Flujo - Preparando extractos vegetales



PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 1 - OBSERVACIONES CUALITATIVAS

Nº	Materiales para ordenar antes de la práctica de laboratorio	Cantidad	Reactivos	Cantidad
1	Beacker 50 mL	1	Etanol 98%	250 mL
2	Beacker 100 mL	2	Agua destilada	500 mL
3	Beacker 250mL	1		
4	Embudo	2		
5	Frasco lavador	1		
6	Mortero con pistilo	4		
7	Tubos de ensayo	16		
8	Tubos de centrifuga con tapa	8		
9	Balón aforado de 100mL	1		
10	Pipeta graduada de 25 mL	1		
11	Pipeta graduada de 5,0 mL	1		
12	Escobilla	1		
13	Espátula	1		
14	Toallas de papel	1		

Explicación del trabajo práctico de laboratorio

Aprovechando el corte de cada una de las muestras de hojas y flores de plantas frescas se cortan con unas tijeras trozos de 0,5cm², se toman pesos de cada una de las siete muestras de aproximadamente 0,5g en vidrios de reloj marcados y limpios; seguidamente se llevan a un mortero con pistilo y se le adicionan 5,0 mL de una solución de etanol al 80% previamente preparada la cual busca extraer la mayor cantidad del colorante en las plantas al realizar un ejercicio mecánico que rompa las paredes celulares y libere las sustancias de interés.

Rápidamente, se toman 7 tubos de centrifuga cada uno marcado y lavado, se adicionan uno a uno las muestras maceradas con el solvente el los tubos correspondientes a cada planta, cuidando no contaminar las muestras, los materiales y los reactivos empleados. Se llevan a centrifuga los tubos a 2000rpm (revoluciones por minuto) por diez minutos, luego se separa el sobrenadante y se reserva para hacer las pruebas en el Protocolo 2 – Ensayo Shindoa.

Al residuo restante se le ajusta con la adición de solvente, se completa a 6,0mL con la solución de etanol al 80% para cada tubo por separado siempre. Nuevamente se lleva a centrifuga a 2000rpm (revoluciones por minuto) por diez minutos. Al terminar se toman 0,5mL y se depositan en tubos de ensayo limpios y con nuevamente 5,0mL de la solución de etanol para realizar las lecturas en el espectrofotómetro de **UV vis**.

Preguntas de Investigación:

1. ¿Observas colores diferentes o similares entre las plantas seleccionadas frescas, a los colores que presentan los extractos vegetales?
2. ¿Cómo podrías organizarlas por intensidad de color verde y café, crees que esta particularidad se debe a compuestos químicos similares entre las plantas del mismo color y estado, seco, fresco u extracto?
3. ¿Encuentras alguna similitud u diferencia entre los aromas de las plantas medicinales frescas y secas a los aromas que son liberados por los extractos?
4. ¿Podría relacionar el aroma, su intensidad y sensación fresca por ejemplo con los compuestos particulares que podrían tener en semejanza algunas de las plantas?, ¿la sensación al frío también puede ser un indicativo de compuestos químicos particulares y semejantes a solo algunas de las plantas estudiadas, a que se debe este fenómeno?

Parámetros para juzgar las observaciones de los estudiantes

1. Clasificación de los colores verde y café
2. Organización de los colores verde y café por intensidad
3. Posibles relaciones entre el color, olor y sensación al frío con los compuestos químicos presentes.
4. Observaciones detalladas que indican cambios en las plantas frescas, secas y en los extractos y dan paso a la chispa de la intuición.

Preguntas para analizar y concluir:

Al registrar tus observaciones ¿cómo puedes relacionar el color, olor y sensación observado con los compuestos químicos que podría tener la planta medicinal?, ¿cómo los colores, olores y sensaciones al frío más intensas podrían tener relación con la presencia de flavonoides y terpenos?

¿Los extractos vegetales son diferentes de las plantas frescas, secas? ¿cuáles son sus diferencias y semejanzas?

Bibliografía

Hiscox, J; Israelstam, G (1979) A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57, pp. 1332-1334.
<https://doi.org/10.1139/b79-163>

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 2 - DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE FLAVONOIDES (APIGENINA) POR MÉTODO SHINDOA

DESCUBRIENDO LA APIGENINA

Keywords: *Observación, cambio de color, percepción, interpretación, Apigenina.*

Objetivo:

1. Determinar por pruebas cualitativas (Ensayo Shindoa) la presencia de Apigenina en los extractos vegetales de plantas medicinales tradicionales colombianas.
2. Interpretar los resultados obtenidos y su relación con las intuiciones abordadas en el Protocolo # 0

Introducción

Soto, M (2015) y otros autores muestran la abundante presencia en las revisiones de los **Flavonoides**, en especial de la **Apigenina** se encontró que el **Ensayo Shindoa** es aquel referente que reconoce la presencia de flavonoides en un extracto vegetal.

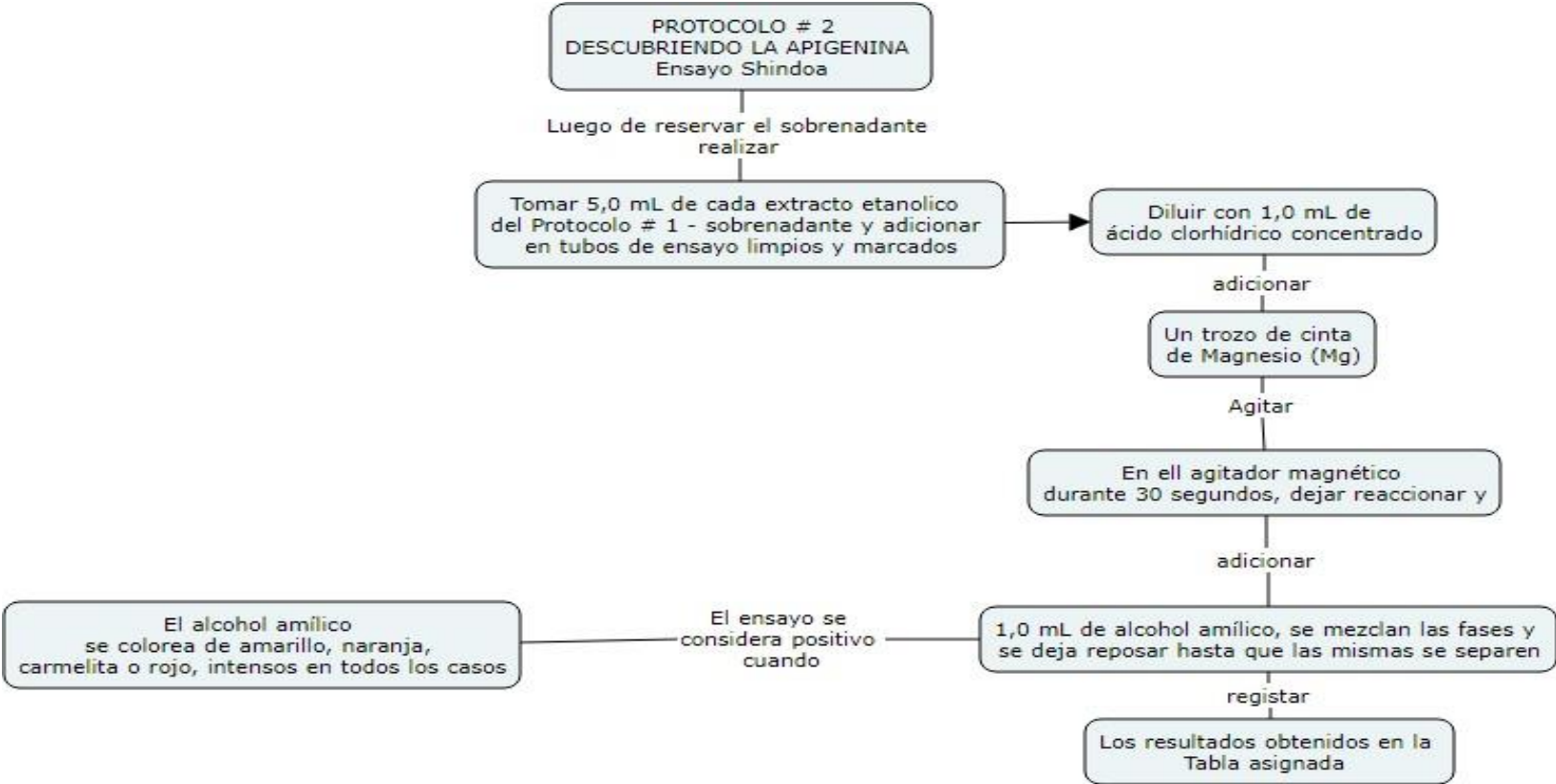
Sí la alícuota del extracto se encuentra en etanol, se diluye con 1,0 mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálica. Después de la reacción se esperan 5 min; se añade 1,0 mL de alcohol amílico, se mezclan las fases y se deja reposar hasta que las mismas se separen. El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo, intensos en todos los casos. Resultado que se considera interesante de organizar y reportar para dar cuenta de la presencia de Apigenina en los siete extractos de plantas medicinales tradicionales colombianas. Los resultados obtenidos no solo permitirán demostrar la presencia o no de Apigenina, si no que dará una idea de cómo las observaciones cualitativas, por ejemplo el cambio de color en las pruebas químicas pueden ser incluidas en la clase de ciencias por medio la actividad experimental para continuar con el ciclo para la formación de los conceptos **GF y PA**.

Los resultados que se obtengan van de generalizaciones a especificaciones, saliendo del conocimiento cualitativo y entrando en la explicación cuantitativa directamente sí a partir de la intuición, la percepción y pre cuantificación muestra que la evidencia coleccionada de las observaciones cualitativas y los ensayos permiten validar las observaciones de los estudiantes y a su vez la actividad experimental bajo la que se están analizando, dando paso a la estructuración de los conceptos científicos de **GF y PA**.

En el siguiente diagrama de flujo se presentan las instrucciones y demás indicaciones que requiera su elaboración.

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 2 - DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE FLAVONOIDEOS (APIGENINA) POR MÉTODO SHINDOA

Ilustración 1: Protocolo # 2 - Ensayo Shindoa - Descubriendo la Apigenina



PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 2 - DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE
FLAVONOIDES (APIGENINA) POR MÉTODO SHINDOA

MATERIALES Y REACTIVOS

Nº	Materiales	Cantidad	Reactivos	Cantidad	Equipos	Cantidad
1	Tubos de ensayo	8	Extractos vegetales (sobrenadante)	8 muestras	Agitador magnético	3
2	Embudo	2	Ácido Clorhídrico	1,0 mL x muestra	Magnetos	1 x agitdor
3	Beacker 50 mL	8	Alcohol Amílico	1,0 mL x muestra	Cronometro	1
4	Beacker 100 mL	1	Cinta de Mg	1 trozo x muestras		
5	Pinzas	1				
6	Gradilla	2				

Preguntas de Investigación

1. ¿Observa cambio de color al adicionar el ácido clorhídrico a los extractos vegetales? , ¿por qué cree que sucede este cambio?
2. ¿Observa cambio de color al adicionar el alcohol amílico a los extractos vegetales? , ¿por qué cree que sucede este cambio?
3. ¿Observa cambio de color en los extractos vegetales al inicio y al final del Ensayo Shindoa? , ¿por qué cree que sucede este cambio?

Tabla de resultados

Nº	Planta Medicinal	+	-	+/-
1	Albahaca			
2	Cannabis s. Haze			
3	Cannabis s. SECA			
4	Eucalipto			
5	Manzanilla			
6	Menta			
7	Pino			
8	Yerbabuena			

La coloración amarilla, rojiza o ámbar fue evaluada como

+: Positiva

-: Negativa

+/-: Media

Parámetros para juzgar las observaciones de los estudiantes

1. ¿Puede relacionar las intuiciones registradas al inicio con respecto a las observaciones cualitativas, “Observando más allá de los sentidos” con los resultados obtenidos en las pruebas pre cuantitativas “Descubriendo la Apigenina”, logra identificar alguna relación? , ¿Cuáles?
2. ¿A qué cree que se debe esta relación del color y los compuestos químicos como la Apigenina?

Bibliografía

Hiscox, J; Israelstam, G (1979) A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration. *Canadian Journal of Botany*, 57, pp. 1332-1334.
<https://doi.org/10.1139/b79-163>

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 3

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FLAVONOIDES (APIGENINA) POR UV VIS

ENCONTRANDO LAS SEÑALES DE LA APIGENINA

Keywords: *Apigenina, Espectrofotometría, UV VIS, longitud de onda, absorción.*

Objetivo:

Determinar por espectrofotometría de UV VIS la presencia de señales de Apigenina y clorofila en las muestras de los extractos vegetales.

Introducción

Luego de la preparación de los extractos vegetales y de la realización del Ensayo Shindoa – Protocolo # 2 se considera pertinente abordar los pasos en los Protocolos 0, para continuar con la lectura de UV VIS en el Protocolo 3 en el que luego de selección y preparación de las muestras y de la maceración y centrifugación, se llevan los siete extractos a disoluciones que luego serán leídas en el UV vis como se mencionó más detalladamente arriba en el diagrama de flujo general de acuerdo con Hiscox e Israelstam (1979).

Al residuo restante (mucílago) se le ajusta con la adición de solvente la solución de etanol al 80%, se completa a 6,0mL para cada tubo por separado siempre.

Nuevamente se lleva a centrifuga a 2000rpm (revoluciones por minuto) por diez minutos. Al terminar se toman 0,5mL y se depositan en tubos de ensayo limpios y con nuevamente 5,0mL de la solución de etanol para realizar las lecturas en el espectrofotómetro de **UV vis**. De cada una de las muestras diluidas se toma lo suficiente para llenar las celda de cuarzo; se tendrán en cuenta las absorbancias analizadas a las longitudes de $\lambda = 645 \text{ nm}$, $\lambda = 663 \text{ nm}$, $\lambda = 750 \text{ nm}$ usando una solución de etanol al 80% como blanco para la lectura. Se tiene en cuenta la absorbancia no debida a los pigmentos como la clorofila, xantofilas o carotenos. Al usar esta última longitud de onda $\lambda = 750 \text{ nm}$ y leer en el espectrofotómetro deben restarse a todos los valores de absorbancia, la absorbancia arrojada a esta longitud, de forma que se realice una corrección por turbidez.

Esta información relevante al dar a conocer que los análisis espectrofotométricos son importantes para este trabajo porque permiten analizar mezclas complejas, también porque permite descubrir la estructura química de las moléculas, dan nociones de cuáles de estas moléculas interfieren en los procesos de la vida por lo que se consideran relevantes los análisis espectroscópicos.

En el siguiente diagrama de flujo se presentan las instrucciones y demás indicaciones que requiera su elaboración.

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 3

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FLAVONOIDES (APIGENINA) POR UV VIS

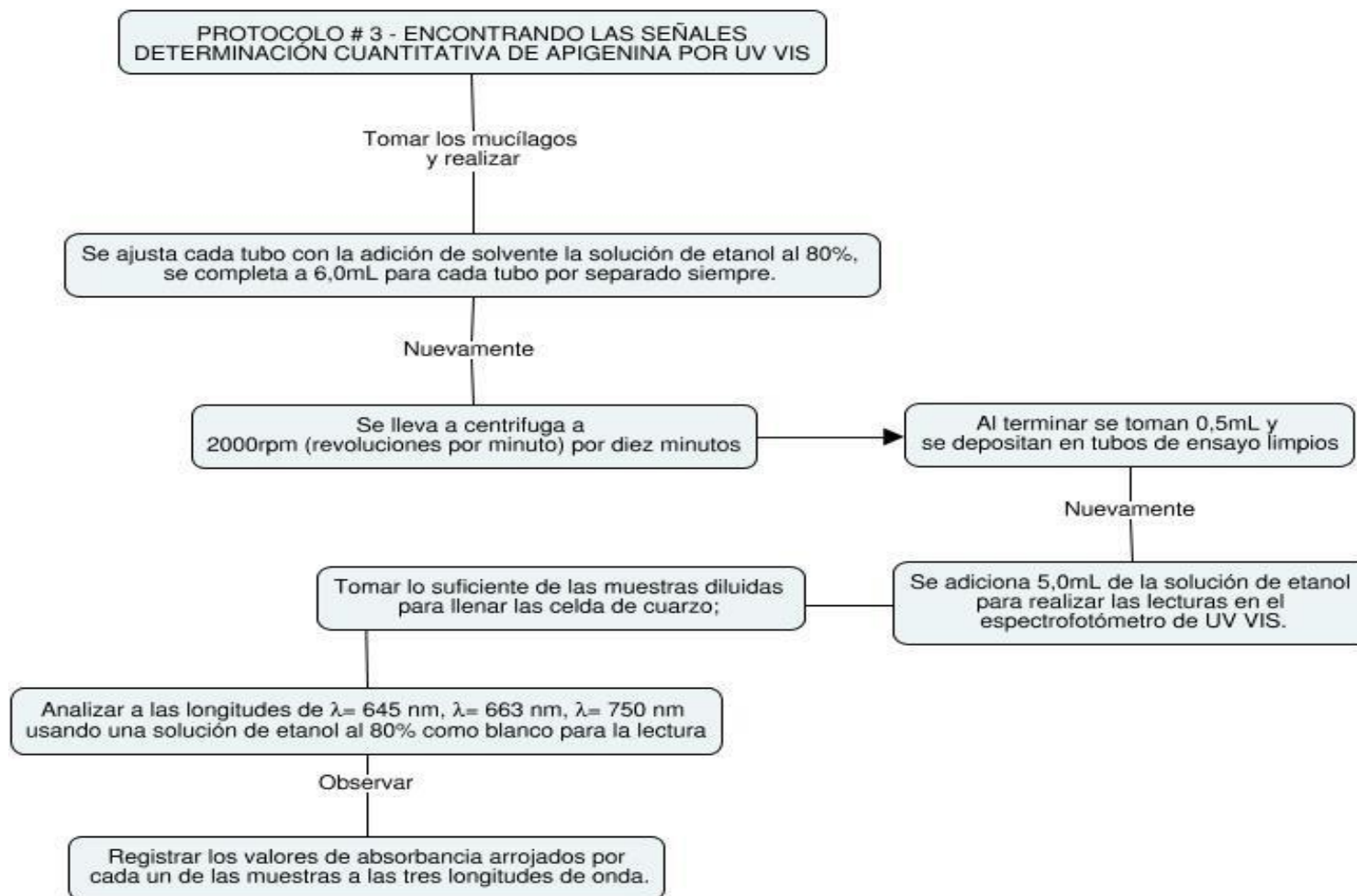


Ilustración 1: Método de determinación de Apigenina por UV VI

PROTOCOLO DE PRÁCTICA # 3

DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FLAVONOIDES (APIGENINA) POR UV VIS

MATERIALES Y REACTIVOS

Nº	Materiales	Cantidad	Reactivos	Cantidad	Equipos	Cantidad
1	Tubos de ensayo	8	Extractos vegetales (Mucílago)	8 muestras	Espectrofotómetro de UV vis Shimadzu UV 1800 manual	1
2	Embudo	2	Solución Etanol 80%	100 mL	Celdas de cuarzo	1 par
3	Gradilla	2	Agua destilada	100 mL		

Pregunta de Investigación

1. ¿Al realizar los estudios espectrofotométricos por UV VIS encontró alguna relación entre los resultados obtenidos en las observaciones cualitativas y pre-cuantitativas, de las observaciones en los Protocolos 0, 1, 2?
2. ¿Las observaciones pueden relacionarse entre ellas, a partir de que aspectos? ¿estos aspectos incluyen el color, el olor, la textura?

Parámetros para juzgar las observaciones de los estudiantes

1. Las observaciones de los estudiantes incluyen cualidades de los fenómenos observados.
2. Las observaciones están relacionadas a las Intuiciones son acordes a las predicciones formuladas.
3. ¿Cómo las predicciones de las observaciones dan paso a la pre cuantificación de los fenómenos que se observaron en las prácticas de laboratorio?

Preguntas finales

1. ¿Puede relacionar las intuiciones registradas al inicio con respecto a las observaciones cualitativas, “Observando más allá de los sentido” con los resultados obtenidos en las pruebas cuantitativas “Encontrando la señal de la Apigenina”, logra identificar alguna relación? , ¿Cuáles?
2. ¿A qué cree que se debe esta relación del color y los compuestos químicos como la Apigenina?

3. ¿Cómo la espectrofotometría de UV VIS ayuda a comprobar las intuiciones iniciales de los estudiantes?, Describa y explique.
4. En el trabajo de laboratorio ¿Cuáles fueron las habilidades que el estudiante desarrollo a priori de la química y los conceptos de GF y PA?, ¿Cuáles fueron las habilidades que el profesor desarrollo para la explicación de estos conceptos?
5. ¿Cómo las habilidades generadas permiten dar cuentas de las relaciones entre las cualidades de un fenómeno (olor, color, textura) y sus cantidades u medidas?, ¿ a partir de las observaciones cualitativas y cuantitativas es posible dar significado a los conceptos de GF y PA?

Bibliografía

Hiscox, J; Israelstam, G (1979) A Method for the Extraction of Chlorophyll from Leaf Tissue without Maceration. Canadian Journal of Botany, 57, pp. 1332-1334.
<https://doi.org/10.1139/b79-163>