



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE PRINCIPIOS FISICOQUÍMICOS RELACIONADOS CON LAS OPERACIONES UNITARIAS INVOLUCRADAS EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Omar Ricardo Jamaica Aldana

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2015

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA EXPERIMENTAL PARA LA ENSEÑANZA DE PRINCIPIOS FISICOQUÍMICOS RELACIONADOS CON LAS OPERACIONES UNITARIAS INVOLUCRADAS EN LA EXTRACCIÓN DE ACEITES ESENCIALES

Omar Ricardo Jamaica Aldana

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:

María Soledad Hernández

Bióloga, PhD

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

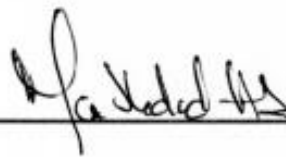
2015

Es necesario desarrollar una pedagogía de la pregunta. Siempre estamos escuchando una pedagogía de la respuesta. Los profesores contestan a preguntas que los alumnos no han hecho.

Paulo Freire

Al venir a la tierra, todo hombre tiene derecho a que se le eduque, y después, en pago, el deber de contribuir a la educación de los demás.

José Martí



Vº. Bº.

Directora Trabajo Final

María Soledad Hernández Gómez

Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos ICTA

Agradecimientos

A los estudiantes de grado décimo y once de la jornada tarde del colegio La Belleza Los Libertadores y a sus familias quienes fueron actores principales de éste proceso. Así mismo, a la institución educativa La Belleza Los Libertadores por su apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto.

Un agradecimiento especial a la Doctora María Soledad Hernández, directora de éste trabajo, por su acompañamiento y orientación, y a la docente María Victoria Hernández por su asesoría pedagógica.

Resumen

En el presente trabajo se diseñó una estrategia experimental para la enseñanza de los principios fisicoquímicos relacionados con las operaciones unitarias involucradas en la extracción de aceites esenciales por medio del método de arrastre con vapor. La estrategia obtenida se presentó en forma de secuencia didáctica dirigida a estudiantes de ciclo quinto de educación media y se fundamentó pedagógicamente en la Enseñanza Problémica. Las actividades se organizaron en nueve sesiones distribuidas en cuatro semanas, las cuales se diseñaron con base en las categorías metodológicas de la Enseñanza Problémica.

Se aplicó parcialmente la secuencia didáctica en estudiantes del colegio La Belleza Los Libertadores de la ciudad de Bogotá. Los resultados obtenidos permitieron evidenciar mayor motivación hacia el aprendizaje de las ciencias naturales al desarrollar actividades experimentales relacionadas con la obtención de aceites esenciales, así mismo, se logró mayor capacidad argumentativa de los estudiantes al relacionar conceptos científicos en la explicación de fenómenos naturales involucrados en la estrategia experimental.

Palabras clave: Aceites esenciales, propiedades fisicoquímicas, operaciones unitarias, secuencia didáctica, enseñanza problémica, experimentación en ciencias.

Abstract

This paper describe a design of an experimental strategy for the teaching of physicochemical principles related to unit operations involved in the extraction of essential oils obtained by the method of steam distillation. The strategy obtained was presented in the form of didactic sequence aimed at students in fifth cycle of secondary education and, pedagogically, it was based in problematic teaching. The activities were organized in nine sessions for four weeks, which were designed based on the

methodological categories of problematic teaching. The teaching sequence was partially implemented in students at La Belleza Los Libertadores school in Bogotá. The results obtained showed greater motivation to learning natural sciences when experimental learning activities are developed, related to the production of essential oils. Likewise, most argumentative ability of students achieved by relating scientific concepts explaining natural phenomena involved in the experimental strategy.

Keywords: Essential oils, physicochemical properties, unit operations, sequence teaching, problematic teaching, experimental sciences.

Contenido

	Pág.
Resumen	XI
Lista de figuras	XV
Lista de tablas	XVI
Lista de cuadros	XVII
Lista de Símbolos y abreviaturas	XVIII
Introducción	1
1. Planteamiento del problema	5
1.1 Formulación del problema.....	6
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo General.....	8
1.2.2 Objetivos Específicos	8
1.3 Antecedentes.....	9
2. Marco Conceptual	11
2.1 Componente Histórico-Epistemológico.....	11
2.2 Componente Pedagógico.....	14
2.2.1 El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias.....	14
2.2.2 La Enseñanza Problemática	15
2.2.3 Lineamientos curriculares	17
2.3 Componente Disciplinar	19
2.3.1 Los aceites esenciales	19
2.3.2 Operaciones Unitarias relacionadas en la extracción de aceites esenciales.....	21
3. Metodología.....	25
3.1 Fase 1: Selección Plantas Aromáticas	26
3.2 Fase 2: Selección Operaciones Unitarias.....	29
3.3 Fase 3: Prueba Diagnóstica.....	31
3.3.1 Prueba Escrita	32
3.3.2 Prueba Práctica	33
3.4 Fase 4: Diseño Estrategia Experimental.....	34
3.5 Fase 5: Validación Parcial.....	36
4. Resultados	37

4.1	Prueba Diagnóstica	37
4.1.1	Prueba Escrita	37
4.1.2	Prueba Práctica	44
4.2	Secuencia Didáctica	48
4.2.1	Semana 1: ¿Qué produce el olor de las plantas aromáticas?	51
4.2.2	Semana 2: ¿Qué factores afectan el secado de las hojas de una planta aromática?	55
4.2.3	Semana 3: ¿Cómo obtener aceite esencial de hierbabuena usando vapor de agua?	61
4.2.4	Semana 4: ¿Por qué el aceite esencial de hierbabuena se disuelve en acetato de etilo y no en agua?	65
4.3	Aplicación Parcial	68
4.3.1	Resultados Semana 1	68
4.3.2	Resultados Semana 2	75
5.	Conclusiones y recomendaciones	83
5.1	Conclusiones	83
5.2	Recomendaciones	85
A.	Anexo: Encuesta Identificación de plantas aromáticas del sector	87
B.	Anexo: Protocolos de laboratorio de la secuencia didáctica.	89
	Bibliografía	95

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: Alambique (Valiente, 1995).....	12
Figura 2-2: Presentación de contradicciones de las Ciencias Naturales en la EP	16
Figura 2-3: Estructura del Isopreno (Claramount, Farran y López, 2013, p. 256)	20
Figura 2-4: Ejemplos de monoterpenos (Claramount, Farran y López, 2013, p. 259).....	20
Figura 3-1: Plantas cultivadas por las familias encuestadas.....	27
Figura 3-2: Montaje experimental de laboratorio para arrastre con vapor. (Albarracín Montoya y Gallo Palma, 2003, pág. 35).....	30
Figura 4-1: Estructura de la Secuencia Didáctica.....	50
Figura 4-2: Montaje hidrodestilación Actividad 6 - Semana 1	72
Figura 4-3: Diseño de Secador solar Actividad 4 - Semana 2.....	77

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Plantas aromáticas reconocidas por las familias de estudiantes.....	26
Tabla 3-2: Operaciones unitarias del proceso de obtención de aceites esenciales	31
Tabla 3-3: Situaciones problemáticas del proceso de obtención de aceite esencial.....	34
Tabla 4-1: Resultados prueba diagnóstica escrita (Conceptual).....	37
Tabla 4-2: Análisis Prueba Práctica	44
Tabla 4-3: Análisis Aplicación Actividad 5 - Semana 1.....	70
Tabla 4-4: Comprensión de lectura científica. Actividad 7 - Semana 1.....	73
Tabla 4-5: Resultados evaluación Actividad 9 - Semana 2.....	80

Lista de cuadros

	Pág.
Cuadro 4-1: SD Observaciones Actividad 1 - Semana 1.....	51
Cuadro 4-2: SD Respuestas Actividad 3 - Semana 1.....	53
Cuadro 4-3: SD Observaciones Actividad 5 - Semana 1.....	54
Cuadro 4-4: SD Respuestas preguntas Actividad 2 - Semana 2	56
Cuadro 4-5: SD Resultados experimentales Actividad 2 - Semana 2.....	57
Cuadro 4-6: SD Resultados experimentales de secado Actividad 6 - Semana 2.....	59
Cuadro 4-7: SD Observaciones Actividad 2 - Semana 3.....	63
Cuadro 4-8: SD Observaciones experimentales Actividad 4 - Semana 4.....	67

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
H_{BH}	Humedad Base Húmeda	1	Ec. 2-1.
P_T	Presión Total	Pa	Ec. 2-2

Subíndices

Subíndice	Término
BH	Base Humeda
Ss	Sólido seco

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>EP</i>	Enseñanza Problemática
<i>MEN</i>	Ministerio de Educación Nacional
<i>SD</i>	Secuencia Didáctica

Introducción

El aprendizaje de las ciencias en el ámbito escolar ha tenido dificultades relacionadas con la metodología tradicional de enseñanza, el maestro se ha limitado a transmitir leyes y conceptos de las ciencias a la vez que estimula la memorización de los mismos por parte del estudiante, dejando de lado estrategias que vinculan la aplicabilidad de los conocimientos y la participación de los educandos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. (Torres Salas, 2010)

Estas dificultades del aprendizaje se reflejan en los resultados de las pruebas Saber¹ 11 dónde el puntaje promedio de la prueba de Ciencias Naturales es 51,2/100 a nivel nacional y 54,9/100 en Bogotá, datos que indican la necesidad de reflexionar y transformar los procesos de enseñanza en las instituciones educativas con el fin de mejorar el rendimiento escolar.

La transformación de la enseñanza de las ciencias implica el desarrollo de metodologías que le permitan al estudiante aprender conceptos, métodos y procedimientos científicos aplicables a la solución de problemas, y relaciones entre ciencia y sociedad, (Marín Quintero, 2010) que aporten a la construcción de ciudadanos de acuerdo con la función social de la escuela.

En la Institución Educativa Distrital La Belleza – Los libertadores² el proceso de enseñanza de la química ha presentado dificultades relacionadas con la experimentación ya que se ha limitado al desarrollo de protocolos de laboratorio previamente establecidos por el docente, sin relacionar ciencia y sociedad. Por lo anterior, el contexto semi rural

¹ Resultado de la prueba saber 11° aplicada el segundo semestre de 2014, datos tomados de <http://www.icfes.gov.co/resultados/saber-11-resultados/resultados-agregados-2014-2>.

² Ubicada en la UPZ Los Libertadores de la localidad de San Cristóbal en la ciudad de Bogotá.

de la institución educativa es una oportunidad para vincular la experimentación en ciencias a fenómenos relacionados con la agricultura y agroindustria.

En éste sentido, la agroindustria entendida como las prácticas de producción y transformación de productos agrícolas, reúne diversos saberes científicos que permiten potenciar la enseñanza de las ciencias por medio de la obtención de productos como alimentos, pigmentos y esencias. En particular, el cultivo de plantas aromáticas en los patios y terrazas de los hogares de los educandos es un escenario que permite vincular el aprendizaje de ciencia escolar con la cotidianidad, estableciendo relación entre la tradición y saber familiar, a la vez que se desarrollan habilidades experimentales y científicas relacionadas con la elaboración de productos derivados de las plantas aromáticas.

Puesto que la influencia de la cultura campesina en las familias de los estudiantes de la institución es un aspecto que aporta al proceso de construcción colectiva de conocimiento por medio del diálogo de saberes (Vázquez López & Rodríguez Cruz, 2014), la extracción de aceites esenciales permite contribuir a la solución de problemas cotidianos mediante la integración de la formación escolar con el contexto.

Con base en lo anterior se propuso el diseño de una estrategia experimental que involucrara el proceso de obtención de aceites esenciales, el cual implica el desarrollo de operaciones unitarias como secado, hidrodestilación, condensación y extracción con solventes, las cuales permiten el análisis de conceptos relacionados con los aspectos fisicoquímicos de sustancias y mezclas. Estos procesos son escalables a nivel de laboratorio escolar por lo que constituyen un ambiente de aprendizaje que permite la construcción de una secuencia experimental orientada hacia la elaboración del producto agroindustrial.

La estrategia experimental diseñada se organizó en forma de secuencia didáctica la cual está basada en la enseñanza problémica en donde, según Guanche (2005), el maestro no transmite conceptos sino plantea tareas al estudiante que permita construirlos al resolver una situación problémica, a la vez que diseña estrategias de solución y razonamiento científico.

La enseñanza problémica se fundamenta a nivel metodológico desde la teoría del conocimiento donde la fuerza motriz del aprendizaje es la resolución de contradicciones, desde lo psicológico está sustentado en la capacidad de apropiarse de lo nuevo y en lo pedagógico integra la capacidad de asimilar conocimientos con el desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes. (Azcu, Nápoles, Infantes, Rivero, & Ramírez, 2004)

La secuencia didáctica diseñada está dirigida a estudiantes de ciclo 5 de educación media, involucra el desarrollo de sesiones prácticas, argumentación y diálogo problémico, relacionadas con la comprensión de los fenómenos fisicoquímicos presentes en las operaciones unitarias del proceso de obtención de aceites esenciales. Ésta secuencia se validó parcialmente con los estudiantes de grado décimo y once de la Institución Educativa Distrital La Belleza Los Libertadores.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la aplicación parcial de la secuencia didáctica, es válido afirmar que la metodología de la enseñanza problémica aplicada a estrategias experimentales en ciencias genera tensiones intelectuales en los estudiantes que potencian la iniciativa en la búsqueda de explicaciones a los fenómenos observados, y así mismo, a la argumentación científica en la explicación de fenómenos de la vida cotidiana.

Transformar la enseñanza de las ciencias implica un cambio en la función del maestro en el proceso educativo, bajo los fundamentos de la enseñanza problémica aplicada a la enseñanza de las ciencias, el maestro deja de ser un ser poseedor y transmisor de conceptos al convertirse en un orientador del proceso de búsqueda de explicaciones en los estudiantes. Por lo anterior, el éxito en la aplicación de éste tipo de estrategias didácticas está ligado al cambio de la práctica docente que a su vez debe incentivar la transformación de la pasividad intelectual del estudiante en inquietud y búsqueda de respuestas, dentro y fuera del aula de clase.

1. Planteamiento del problema

En la actualidad la experimentación en el laboratorio escolar se reconoce como una estrategia para garantizar el aprendizaje de los conceptos científicos, sin embargo, el trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias presenta problemas en términos de la formulación de los objetivos de aprendizaje, al respecto Torres Salas (2010) sostiene que muchos de los métodos y técnicas usadas por los docentes en la enseñanza de las ciencias están apegadas a la herencia del positivismo, usando el método científico como única vía para construir el conocimiento, así mismo, plantea que el otro extremo en la formación en ciencias es la enseñanza en el papel, presentando un conjunto de hechos y verdades absolutas compiladas en los libros y que los estudiantes deben memorizar con el fin de contestar los exámenes. Es así, como las actividades experimentales se limitan a replicar procedimientos para evidenciar algún fenómeno natural, con resultados previamente conocidos, negando la posibilidad de sorprender y generar procesos metacognitivos en los estudiantes.

Por lo anterior, la actividad práctica demanda establecer objetivos claros de aprendizaje, al respecto, Barberá y Valdés (1996) presentan cuatro objetivos de la actividad práctica, el primero es el desarrollo de procesos de observación, análisis y explicación de algunos fenómenos naturales, el segundo es aprender a razonar de forma sistemática y generalizada para extrapolar explicaciones a otros fenómenos naturales, reconocer el papel científico en la investigación y finalmente proporcionar una visión de integralidad de las diferentes ciencias.

La construcción de estrategias experimentales de enseñanza de las ciencias naturales constituye una necesidad en el propósito de transformar la práctica docente. Para el caso específico de la enseñanza de la química, la experimentación se debe orientar hacia la adquisición de habilidades y actitudes que permitan relacionar ciencia, cotidianidad y tecnología. (Marín Quintero, 2010)

1.1 Formulación del problema

La enseñanza de las ciencias en el colegio La Belleza Los Libertadores ha estado enmarcada en la educación tradicional con algunos elementos de constructivismo, se propone el desarrollo de proyectos de aula e institucionales que vinculan la experimentación pero que dejan de lado la formación disciplinar y así mismo, la enseñanza de los conceptos y teorías en ciencias se limita a la exposición magistral de los temas y a la réplica de experiencias de laboratorio que no evidencian comprensión de los fenómenos relacionados ni habilidades en el trabajo práctico en ciencias.

Los resultados de la prueba Saber³ 11 del año 2014 para los estudiantes de la Institución Educativa en ciencias naturales es de 48.8/100, el cual se encuentra por debajo del promedio nacional y distrital. Esto evidencia las dificultades de formación en el proceso educativo en Ciencias Naturales y la necesidad de buscar estrategias de alfabetización científica en el ciclo 5 (Décimo y Once) que permita nivelar los conceptos y habilidades científicas que deben manejar los estudiantes según los estándares de Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional.

El contexto de la Institución Educativa permite relacionar prácticas agroindustriales en el proceso de enseñanza de ciencias dado la ascendencia campesina de las familias del sector y la característica de la zona donde se encuentra el colegio, la semi ruralidad de los cerros surorientales de la ciudad de Bogotá.

El cultivo de plantas aromáticas en el sector permite vincular a las familias al proceso de aprendizaje de los estudiantes al usar estas plantas en la obtención de los aceites esenciales. El proceso de extracción de aceite esencial incluye operaciones unitarias que se fundamentan en conceptos como la humedad, punto de ebullición, solubilidad, cambios de estado, presión de vapor y presiones parciales; los cuales constituyen un

³ Resultado de la prueba saber 11° aplicada el segundo semestre de 2014, datos tomados de <http://www.icfes.gov.co/resultados/saber-11-resultados/resultados-agregados-2014-2>.

conjunto de saberes básicos que junto con habilidades experimentales permiten al estudiante explicar y argumentar algunos fenómenos de la vida cotidiana.

Con base en lo anterior se propuso la siguiente pregunta:

¿Cuál puede ser una estrategia experimental para la enseñanza de los principios fisicoquímicos de las operaciones unitarias involucradas en la extracción de aceites esenciales de plantas aromáticas, para estudiantes del ciclo 5 del colegio La Belleza Los Libertadores?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una estrategia experimental para la enseñanza de los principios fisicoquímicos de las operaciones unitarias involucradas en la extracción de aceites esenciales de plantas aromáticas para estudiantes de ciclo 5 del colegio La Belleza Los Libertadores de la ciudad de Bogotá.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Seleccionar un grupo de plantas aromáticas cultivadas en el barrio La Belleza de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá que tengan características favorables hacia la producción de aceites esenciales.
- Seleccionar el conjunto de operaciones unitarias secuenciales involucradas en la extracción de aceites esenciales de las plantas aromáticas escogidas para el proyecto.
- Identificar los conceptos fisicoquímicos relacionados con las operaciones unitarias seleccionadas.
- Evaluar la comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos relacionados con aspectos fisicoquímicos de sustancias y mezclas, y técnicas de laboratorio relacionadas con separación de mezclas.
- Diseñar las sesiones experimentales que relacione los conceptos científicos, sociedad y ambiente.
- Validar de manera preliminar la estrategia experimental diseñada para la enseñanza de los conceptos fisicoquímicos relacionados con las operaciones unitarias con estudiantes de ciclo quinto del colegio La Belleza Los Libertadores.

1.3 Antecedentes

Teniendo en cuenta el objetivo del presente trabajo en relación al diseño de una estrategia experimental que vincule el contexto semi rural en la formación en ciencias, se presentan los siguientes antecedentes:

- El trabajo realizado por Martínez, J., López, F., Araya, S., Mendoza, L., y Quintanilla, L. (2006) titulado “Plantas medicinales: una propuesta de enseñanza de química orgánica a través de un enfoque didáctico para su comprensión. Análisis preliminar”, desarrollado en Santiago de Chile. Basados en la necesidad de transformar la visión academicista en la enseñanza de las ciencias, se propone la incorporación de análisis científico de plantas medicinales como una estrategia para la enseñanza de química orgánica, vinculando procesos metacognitivos y de trasposición didáctica en el aprendizaje de los estudiantes. Los autores reconocen la necesidad de establecer un conjunto de conceptos estructurantes que permitan relacionar la presencia de sustancias químicas farmacológicas en las plantas con las propiedades físicas y químicas, historia de la química, estructura química, entre otros. Para esto proponen el desarrollo de actividades experimentales que permitan desarrollar habilidades comprensivas y analíticas con base en el análisis de las plantas medicinales, las cuales son un instrumento para aprender a pensar con teoría científica.
- Por otra parte, Román, J. (2011) presenta en su trabajo final para la maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, el diseño de material didáctico que consiste en guías tipo Escuela Nueva para la enseñanza de los grupos funcionales por medio del estudio de las plantas medicinales usadas en el municipio de Supía en Caldas. Con los resultados obtenidos en el estudio se concluye una mejoría en la motivación y aprendizaje de los conceptos relacionados con química orgánica al ser aplicados en el contexto del estudiante, además, el autor sostiene que el estudio de las plantas medicinales permite relacionar conceptos sobre los grupos funcionales en la química orgánica.

Otros trabajos finales de la maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, relacionan el diseño de

estrategias de enseñanza de ciencias con plantas aromáticas y medicinales, algunos de estos trabajos son:

Franco Rodríguez, V. (2012). En la sede Bogotá desarrolló el trabajo titulado “Desarrollo de una estrategia de enseñanza que promueva actitudes favorables hacia la química desde el enfoque de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente y el estudio del compuesto α -pineno”. En éste se propone generar en estudiantes de grado octavo actitudes favorables hacia la química, desarrollando una estrategia audiovisual basada en el enfoque de Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente que relacione el árbol de ciprés.

Negrete Soler, E., (2012). En la sede Bogotá presentó el trabajo titulado “Diseño y elaboración de un objeto virtual de aprendizaje para el conocimiento del mentol, un terpeno presente en la yerbabuena, y sus aplicaciones a la vida diaria.” En éste trabajo se diseñó un Objeto Virtual de Aprendizaje el cual relaciona el contexto por medio del reconocimiento de las plantas aromáticas, y el desarrollo de procesos cognitivos con la presentación de conceptos como metabolitos secundarios y la aplicación de estos en la cotidianidad.

Andica Bueno, L. (2015). En la sede Manizales presentó el proyecto “La enseñanza-aprendizaje de la química a través de las plantas medicinales”. El propósito fundamental del trabajo fue vincular la enseñanza de ciencias con el contexto sociocultural de los estudiantes, por medio del desarrollo una estrategia didáctica para la enseñanza de funciones químicas y grupos funcionales con base en las propiedades medicinales de plantas del resguardo indígena de San Lorenzo en Riosucio, Caldas.

2.Marco Conceptual

2.1 Componente Histórico-Epistemológico

La agricultura es una práctica social que a lo largo de la historia de la humanidad ha tenido como principal objetivo la sostenibilidad de comunidades, permitiendo el desarrollo de técnicas de siembra, descubrir y domesticar plantas, estudiar su función nutritiva y aprovechamiento de residuos orgánicos; lo que ha permitido el desarrollo de productos como los aceites esenciales.

En las sociedades antiguas como la griega, egipcia y la china, se desarrolló el uso cosmético de las plantas, al extraer sus aromas con grasas animales o aceites vegetales, siendo característica de estatus social para quienes usaban estos productos, por lo que se generó una práctica de cultivo y tratamiento de las plantas para obtener las esencias de las mismas. (Palá Paúl, 2002)

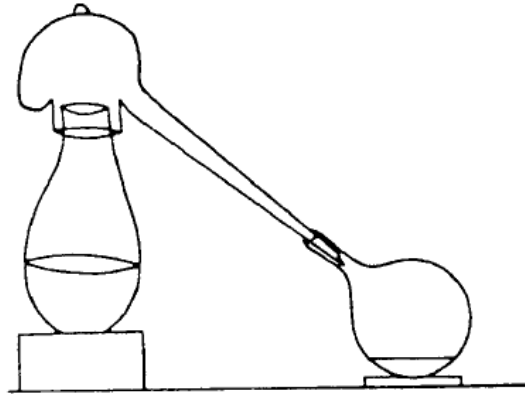
Ortuño Sánchez (2006) relata que la invención del alambique por parte de los árabes, generó un crecimiento en el cultivo de plantas aromáticas y en su transformación en perfumes desarrollando técnicas de destilación. Posteriormente, entre los siglos XIV y XVI se obtuvo perfumes de base alcohólica y aguas aromáticas; y hacia mediados de 1700 se popularizó el “agua de colonia” la cual contenía aceites esenciales de limón, naranja y bergamota, entre otros.

Los extractos de las plantas cobraron gran importancia para la humanidad, por ejemplo, el desarrollo de la medicina fue con base en la botánica (Iatroquímica), así mismo, en la literatura se relatan historias como El perfume, historia de un asesino escrito por Patrick Süskind, donde se evidencia la industria desarrollada en el siglo XVII alrededor de los aceites esenciales, así como las técnicas de extracción de los mismos.

Los aceites esenciales son mezclas de metabolitos secundarios de las plantas, extraídos por medio de operaciones unitarias como destilación y extracción con solventes. (Raut & Karuppaiyil, 2014) Los procesos de obtención de aceites esenciales han sido desarrollados desde la alquimia, según Pairó (2015) en éste periodo se desarrollaron técnicas de extracción con solventes y equipos de destilación para la obtención de alcohol y extractos medicinales de plantas, conectando la alquimia con la obtención de sustancias puras o divinas.

Al respecto, Valiente (1995) quien presenta la historia de la operación unitaria destilación, sostiene que fue inventada por los alquimistas egipcios que desarrollaron aparatos para vaporizar sustancias usadas en el tratamiento de metales. Los alquimistas griegos inventaron el alambique (nombre que proviene del árabe *al anbiq*) ilustrado en la figura 2-1, el cual consiste en una vasija que calienta la mezcla a separar, una parte fría donde se condensa el vapor y una tercera parte en donde se recoge el líquido separado.

Figura 2-1: Alambique (Valiente, 1995)



En la Europa medieval se modificó el alambique integrando un sistema de refrigeración en serpentín al tubo de salida para condensar los vapores con bajo punto de ebullición. En el año 1100, en los trabajos de la escuela médica de Salerno, se inicia el proceso de obtención del alcohol producto de fermentación por medio de la destilación, además se usa éste proceso para obtener y purificar ácidos inorgánicos usados en diferentes procesos químicos. (Valiente, 1995)

Las técnicas de destilación fueron perfeccionadas en la alta edad media y en el Renacimiento, con los aportes de Paracelso, Brunschwig y Gessner tuvo un desarrollo más conceptual, aunque su desarrollo estuvo influenciado por la búsqueda de un disolvente universal. (Loring Palacios, 1993)

Hasta el momento el desarrollo de la destilación había sido artesanal, una forma de purificar sustancias, y no había sido estudiada por filósofos naturales. Según Pairó (2015), finalizando el siglo XVI la creencia popular de la existencia de sustancias medicinales puestas por dios en plantas, animales y minerales; generó el perfeccionamiento de la extracción y purificación de sustancias en un proceso llamado la destilación medicinal.

De acuerdo con lo descrito por Valiente (1995) en la modernidad Boyle realizó operaciones de destilación de forma analítica por medio del control de los puntos de ebullición, lo que permitió el avance en la técnica y equipos con base en los principios fisicoquímicos de separación de mezclas como el punto de ebullición, presión de vapor y solubilidad.

Teniendo en cuenta el desarrollo del proceso de destilación cada vez más analítico, se relacionó el avance de conceptos y técnicas vinculados con la transferencia de calor y masa. La necesidad de medir la temperatura para el procesos químicos y médicos, generó el desarrollo de diversos instrumentos de medición como el redescubrimiento del termoscopio por Galileo en 1597, el Gran Duque de Toscana quien en 1645 construye un instrumento de medida al que llamo el termómetro de Galileo usando alcohol y el principio de Arquímedes, Fahrenheit en 1724 inventó el termómetro de mercurio y estableció una escalas de temperatura basada en las propiedades del agua. (Velasco Maillo & Fernández Pineda, 2005)

2.2 Componente Pedagógico

2.2.1 El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias

El trabajo experimental en la enseñanza de la química permite el desarrollo de razonamiento práctico en el proceso de aprendizaje de las ciencias. Según Barberá y Valdés (1996) ésta capacidad permite construir conceptos al desarrollar experiencias directas sobre fenómenos estudiados a la vez que se desarrollan competencias procedimentales.

Según Molina, Farías y Casas (2006) el trabajo experimental en las ciencias debe estar enfocado a la generación y contraste de las hipótesis de los estudiantes frente a la teoría científica, a la vez que se desarrollan procesos de análisis y extrapolación de los conocimientos. Así mismo, plantean que el trabajo experimental debe trascender de la formulación de guías de laboratorio como protocolos que no permiten el desarrollo de un pensamiento científico de los estudiantes al no desligarse del modelo de transmisión y recepción de información propio de la enseñanza tradicional.

Es preciso señalar que la experimentación no es la estrategia absoluta que garantiza el aprendizaje en ciencias, en el desarrollo de competencias cognitivas es preciso desarrollar otro tipo de actividades que permita al estudiante aprender los conceptos que sean fundamento del desarrollo hipótesis y análisis generados en las prácticas escolares. Desde éste enfoque, Torres Salas (2010) plantea que “Enseñar ciencias de forma contextualizada y relacionada con la vida cotidiana es uno de los retos más desafiantes de esta época”, por lo que es necesario establecer un vínculo motivacional entre las teorías y las observaciones cotidianas, potenciar la inquietud y con base en la pregunta orientar el proceso de construcción de conocimiento del estudiante.

Marín (2010) plantea que la ciencia escolar requiere del trabajo de laboratorio en el proceso de aprendizaje de la práctica de las ciencias, al vincular los métodos y procedimientos a la resolución de problemas con base en la comprensión de los conceptos científicos, permitiendo el desarrollo de competencias actitudinales y procedimentales. Sin embargo, aún existe influencia del modelo tradicional en la

enseñanza escolar en el sentido de la autonomía, al respecto el estudio realizado por Merino y Herrero (2007) concluye que el reto en la transformación de la enseñanza de las ciencias por medio de la experimentación es romper la dependencia hacia el docente, motivando la iniciativa y el trabajo autónomo en la búsqueda de soluciones a los problemas presentados.

2.2.2 La Enseñanza Problémica

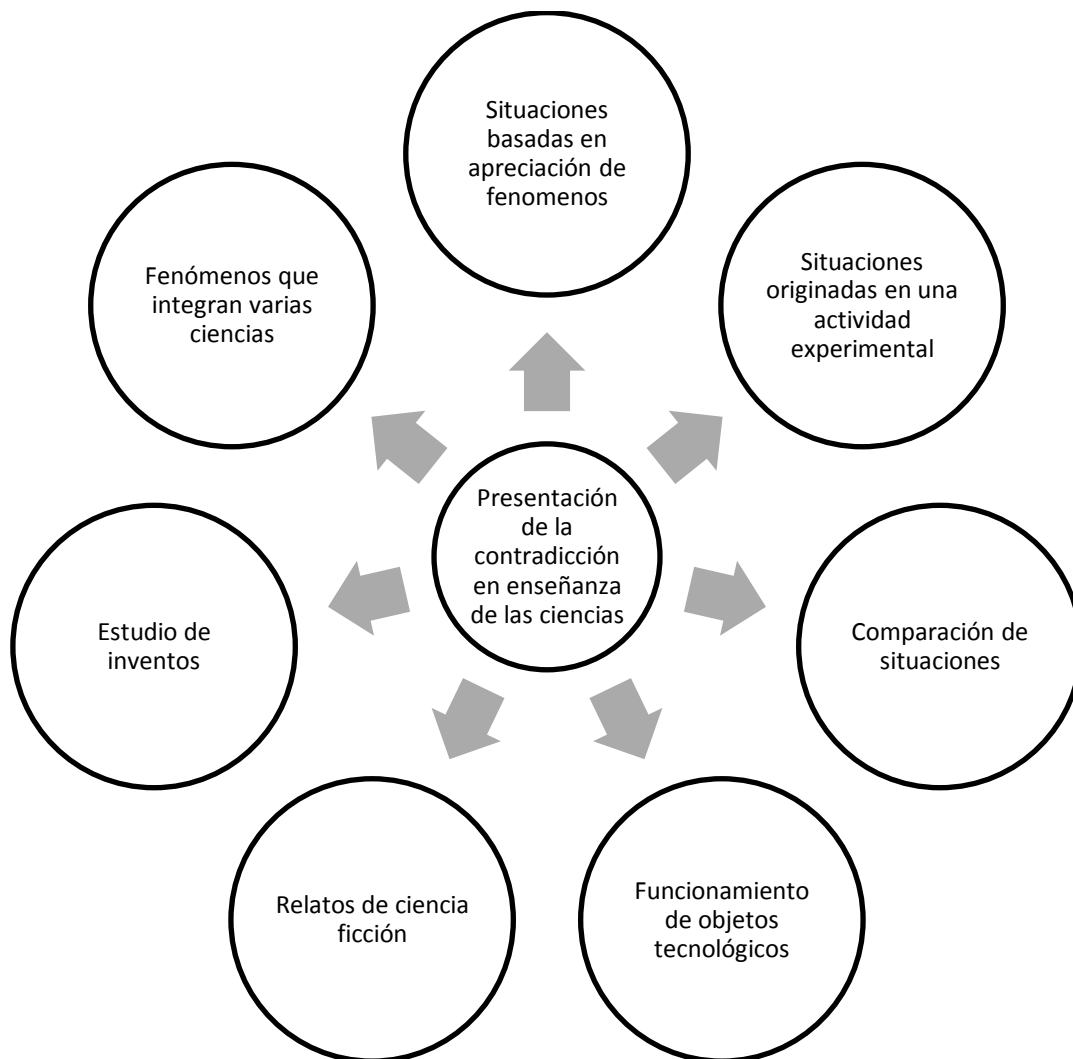
En el ámbito escolar los conceptos científicos no se relacionan con los fenómenos cotidianos, por lo que según Guanche (2005) la enseñanza problémica surge como una estrategia de enseñanza donde el maestro no transmite conceptos sino plantea tareas al estudiante que permita construirlos al resolver una situación problémica contextualizada, a la vez que diseña estrategias de solución y razonamiento científico.

La Enseñanza Problémica [EP] es la aplicación de la dialéctica a la didáctica en el proceso escolar, lo anterior sustentado según García García (2012) en el fundamento teórico de Vigotsky. La contradicción es el motor vital de la EP manifestado en el planteamiento de situaciones problémicas, las cuales no tienen vías directas de solución y que implican el desarrollo de preguntas y estrategias de razonamiento autónomo.

Las funciones de la EP según Mora (2005) son: desarrollar procesos metacognitivos en los estudiantes que le permitan aprender a aprender, contribuir al desarrollo del pensamiento y cultura científica de forma contextualizada, potenciar la capacidad creadora e independiente del estudiante en la búsqueda de respuestas.

La enseñanza problémica se fundamenta a nivel metodológico desde la teoría del conocimiento donde la fuerza motriz del aprendizaje es la resolución de contradicciones, desde lo psicológico está sustentado en la capacidad de apropiarse de lo nuevo y en lo pedagógico integra la capacidad de asimilar conocimientos con el desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes (Azcuay, Nápoles, Infantes, Rivero y Ramírez, 2004).

En la enseñanza de ciencias naturales existen diferentes contradicciones que pueden guiar el proceso en la EP, en la Figura 2-2 se presentan las estrategias que propone Guanche (2005) para presentar estas contradicciones.

Figura 2-2: Presentación de contradicciones de las Ciencias Naturales en la EP

Por otra parte, Guanche (2005) presenta las siguientes categorías metodológicas para el desarrollo de la EP:

- La situación problémica definida como un estado de tensión intelectual en el estudiante, es creada por el maestro al presentar la contradicción.

- El problema docente, el cual consiste en interrogantes que orientan la búsqueda de explicaciones, es decir lo buscado.
- Las tareas problémicas son un conjunto de acciones que encaminan la búsqueda de respuestas en los estudiantes, no están sujetas a protocolos rígidos, por lo que el estudiante puede desarrollar su capacidad creadora.
- La pregunta problémica que consiste en la expresión lógica del problema, pueden ser la guía de las tareas problémicas.
- Lo problémico es un principio en todo el proceso de la EP, consiste en potenciar la complejidad de las tareas y preguntas problémicas, con el fin de fomentar procesos de investigación escolar.

La concreción del proceso de EP y por lo tanto del desarrollo de sus categorías está ligada a los métodos problémicos de enseñanza que presenta Mora (2005) para la enseñanza de las ciencias:

- La exposición problémica, consiste en la presentación de preguntas que definan problemas parciales y que el maestro responde sin presentar conceptos o hechos, pero que permiten la presentación clara de la lógica del problema.
- La búsqueda parcial o heurística, se basa en el diálogo problémico, permite el desarrollo de la iniciativa, el trabajo colaborativo y la argumentación del estudiante por medio de la construcción de hipótesis y presentación de resultados del trabajo problémico de forma colectiva.
- El investigativo potencia la autonomía en el trabajo del estudiante, permite integrar diferentes disciplinas y el desarrollo de habilidades prácticas.

2.2.3 Lineamientos curriculares

El Ministerio de Educación Nacional [MEN] (1998) establece que el trabajo en el laboratorio escolar debe motivar al estudiante para que formule preguntas que le

permitan razonar sobre sus observaciones por medio de la reflexión y discusión teórica. Debe existir un compromiso intelectual entre la actividad experimental y las observaciones de laboratorio, una motivación hacia la pregunta, potenciando la capacidad de razonar, proponer, diseñar y argumentar.

Las orientaciones pedagógicas y curriculares definidas por el MEN para el área de Ciencias Naturales y Educación ambiental están enfocadas en la formación de niños, niñas y jóvenes que estén en la capacidad de resolver interrogantes y problemas, por medio del desarrollo de procesos de indagación, experimentación y confrontación de resultados. Los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales presentados por el MEN, establecen lo que los estudiantes de los diferentes niveles deben saber y saber hacer para desarrollar un pensamiento científico que le permita comprender el mundo natural. Algunos de los estándares propuestos por el MEN (2004) relacionados con el trabajo experimental son los siguientes:

- Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.
- Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.
- Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.
- Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas.
- Identifico aplicaciones de diferentes modelos biológicos, químicos y físicos en procesos industriales y en el desarrollo tecnológico; analizo críticamente las implicaciones de sus usos.

2.3 Componente Disciplinar

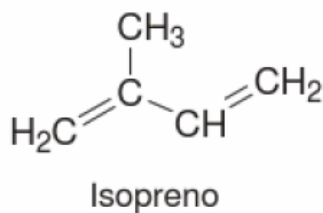
2.3.1 Los aceites esenciales

Los aceites esenciales son sustancias líquidas en las que se encuentran los compuestos químicos responsables del olor de una planta, estos aceites esenciales son volátiles por lo que son fácilmente extraíbles por medio de arrastre con vapor. Se encuentran en diferentes partes de la planta (hojas, tallos, raíz) y están constituidos por una mezcla compleja de metabolitos secundarios que cumplen funciones alelopáticas y de defensa de la planta.

De acuerdo a lo descrito por Stashenko (2009), los aceites esenciales pueden encontrarse en las siguientes estructuras secretorias de las plantas: en las células oleíferas (vainilla, canela, jengibre), en los canales secretorios (pino, anís), en glándulas como en los cítricos o en los tricomas glandulares como en las hojas de cannabis sativa.

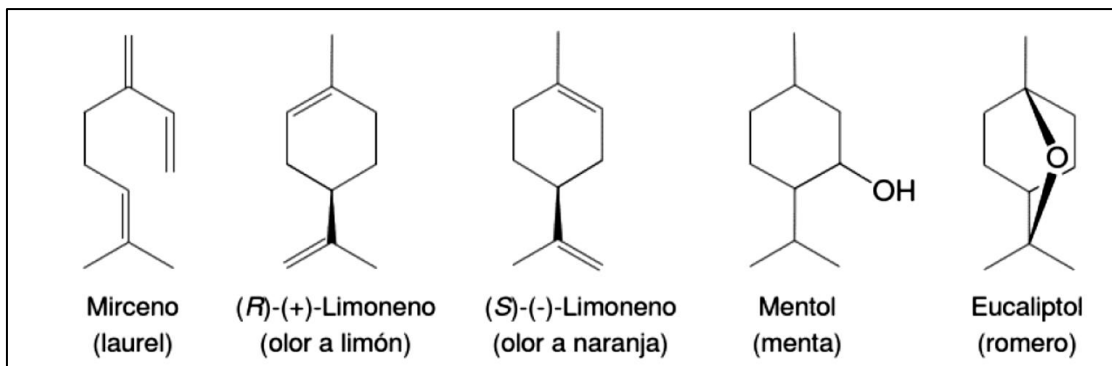
Dentro de las principales características de los aceites esenciales se tiene que son líquidos incoloros o amarillentos, a excepción del Palo Santo (*Bulnesia sarmientoi*) y la menta japonesa (*Menta arvensis*) que son sólidos. Son liposolubles, por lo que son solubles en benceno, hexano y otros aceites, sin embargo son solubles en etanol, lo que está relacionado por la presencia de monoterpenos en su composición, a mayor cantidad de monoterpenos, menor solubilidad en etanol, esta propiedad es usada en la industria de la perfumería. (Ferraro, Martino, Bandoni, y Nadinic, 2012)

Dentro de los principales compuestos químicos presentes en los aceites esenciales se tiene a los terpenos o terpenoides y a los fenil propanos. Los terpenos son un grupo de sustancias químicas derivados del isopreno (2-metil-1,2-Butadieno) representado en la Figura 2-3.

Figura 2-3: Estructura del Isopreno (Claramount, Farran y López, 2013, p. 256)

Claramount, Farran y López (2013), enuncian la regla del isopreno planteada por Ruzika en 1953 de la siguiente forma “los esqueletos carbonados de los terpenos son divisibles en un número entero de unidades isoprenicas conectadas cabeza-cola”. Así, los terpenos se consideran como homo polímeros del isopreno y se subdividen en grupos de acuerdo a la cantidad de isoprenos que lo conforman en hemiterpenos (1 isopreno), monoterpenos (2 isoprenos), sesquiterpenos (3 isoprenos), diterpenos (4 isoprenos), sesterterpenos (5 isoprenos), triterpenos (6 isoprenos), tetraterpenos (8 isoprenos) y politerpenos (más de 8 isoprenos).

Los terpenos presentes en los aceites esenciales según Palá (2002) son los de bajo peso molecular (más volátiles) por lo que incluyen los monoterpenos y sesquiterpenos principalmente. Los monoterpenos estructuralmente se pueden dividir en tres categorías acíclicos, monocíclicos y bicíclicos, en la Figura 2-4 se muestran algunos ejemplos.

Figura 2-4: Ejemplos de monoterpenos (Claramount, Farran y López, 2013, p. 259)

2.3.2 Operaciones Unitarias relacionadas en la extracción de aceites esenciales.

Las operaciones unitarias fueron definidas por Arthur Little en 1915, como las “operaciones que hacen parte de un proceso de transformación química” (Riveros, Mayor, Madiedo, y Umaña, 1999) las cuales tienen su fundamento en principios fisicoquímicos que constituyen un campo de conocimientos científicos aplicables en la obtención de aceites esenciales.

Los aceites esenciales pueden ser extraídos por varios métodos, por ejemplo, Peredo, Palou y López (2009) presentan cuatro métodos de obtención que son el arrastre con vapor, extracción con disolventes, uso de fluidos supercríticos y uso de microondas. Sin embargo, el método de menor costo y más asequible es el arrastre con vapor. Éste proceso de extracción de aceite esencial involucra operaciones unitarias como el secado, condensación, extracción líquido-líquido.

El secado es una operación cuya función es retirar humedad de una sustancia, según Marcilla (1998) consiste en someter un material a una corriente de aire caliente y seco, para que la humedad del material se evapore hasta que esté en equilibrio con la humedad del aire, es decir, que la presión de vapor de la humedad del sólido sea igual a la presión de vapor de la corriente de aire.

Los fenómenos presentes en la operación de secado son (Marcilla, 1998):

- Transferencia de masa a través del sólido por capilaridad y difusión.
- Transferencia de masa desde la interfase sólido-gas al gas, por convección.
- Transferencia de calor desde el gas hasta la interfase (conducción, convección, radiación)
- Transferencia de calor por conducción desde la interfase hasta el interior del sólido.

La eficiencia del proceso de secado está determinada por los siguientes factores según Pérez Herrera (2006), en primer lugar el uso de una corriente de aire caliente garantiza la transferencia de calor al interior del sólido, además de retirar el aire húmedo a medida que se seca el sólido. Por otra parte la temperatura del proceso de secado es determinante en dos sentidos, primero en la velocidad y eficiencia del secado, y segundo en las características deseadas del sólido a secar, por ejemplo, si un aire de secado está muy caliente y su humedad muy baja, es posible que el agua presente en la interfase sólido-gas se evapore más rápido que la difusión del agua del interior del sólido a la superficie, generando un endurecimiento en la superficie y dificultando el posterior secado. Finalmente el secado el contenido de humedad tanto del material a secar, como del aire determina el proceso, la humedad es la cantidad de agua que se encuentra en una alguna sustancia, así la humedad se puede expresar de la forma de la Ecuación 2-1, en términos de la cantidad de agua presente y la masa del sólido seco.

$$H_{BH} = \frac{\text{Masa de Agua}}{\text{Masa de ss} + \text{Masa de Agua}} \quad (2-1)$$

La extracción por arrastre con vapor de agua es un proceso que involucra tres operaciones, la primera generación de vapor, la segunda el arrastre con vapor y la tercera la condensación. Según lo planteado por Severns, Degler, y Miles (1974) la generación de vapor se produce por la transmisión de energía calorífica al agua líquida, lo que genera un cambio en la entalpía y en el estado físico. El vapor saturado, es el producido a la presión absoluta y puede contener o no humedad.

La operación de arrastre con vapor consiste en un tipo de destilación para sustancias inmiscibles en donde por medio de un flujo de vapor de agua se separan sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles. Al ser insolubles, la presión parcial de las sustancias no dependen de su fracción molar, por lo que cumpliría la Ley de Dalton, la cual plantea que la presión total del sistema estará determinada por la suma de las presiones parciales de las sustancias, lo anterior se representa en la Ecuación 2-2.

$$P_T = P_1 + P_2 \dots + P_n \quad (2-2)$$

Según Fieser y Fieser (1985) al aumentar la temperatura, la presión parcial del aceite esencial aumenta y junto con la presión del vapor establecen equilibrio con la presión atmosférica, debido a que el agua y el aceite esencial no son solubles, cada sustancia ejercerá una presión independiente, por lo tanto el punto de ebullición de la mezcla a la presión atmosférica será menor que la de cada sustancia independiente a la misma presión.

Un concepto que se relaciona fuertemente con el proceso es el de presión de vapor, para comprenderlo es preciso establecer la existencia de un equilibrio dinámico entre el estado líquido y el estado gaseoso, es decir, las moléculas que se transforman en gas son las mismas que se transforman en líquido. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede plantear que la presión de vapor es “la presión ejercida por la fase gaseosa en equilibrio con el líquido... depende de la temperatura y naturaleza del líquido” (Angelini, y otros, 1995)

Según Brown (2009) la presión de vapor se presenta en el equilibrio dinámico líquido-gaseoso por lo que se relaciona directamente con el cambio de estado, entonces, el punto de ebullición se define como la temperatura a la cual la presión de vapor de líquido es igual a la presión externa, lo que se evidencia con el cambio de estado de líquido a gaseoso.

La tercera operación relacionada con la obtención de aceites esenciales es la extracción líquido - líquido, la cual consiste en aprovechar la solubilidad de una sustancia en otra para ser separada. Brown (2009), define la solubilidad como la cantidad de soluto que puede disolverse en un solvente; ésta solubilidad está determinada por la naturaleza de las sustancias que interactúan. Según Angelini y otros (1995) los solutos no polares se disuelven en los solventes no polares, así mismo los polares; debido al tipo de interacción soluto-solvente que existe entre ellas (Fuerzas de London, Dipolo-dipolo, puentes de hidrogeno, entre otras).

3. Metodología

El presente estudio es una investigación cualitativa de orden descriptivo que busca definir una estrategia experimental que vincule la obtención de aceites esenciales con la enseñanza de los principios fisicoquímicos involucrados en las operaciones unitarias de laboratorio requeridas en éste proceso. Según Tamayo Tamayo (2004) a nivel metodológico, éste tipo de estudio se caracteriza por la construcción de respuestas a partir de la interacción del investigador con los actores del proceso (estudiantes, padres), el trabajo no contempla hipótesis fijas sino que cada hallazgo es base para un nuevo ciclo investigativo, los hallazgos del estudio se valida por medio de la interpretación de evidencias.

La población objetivo fueron estudiantes de los cursos décimo y once (Ciclo 5) de la jornada tarde del Colegio La Belleza Los Libertadores de la ciudad de Bogotá, jóvenes de estrato 1 y 2 que se encuentran en edades entre 15 y 18 años. Las principales características de éste grupo son:

- Se inquietan por el aprendizaje de nuevos conceptos, sin embargo tienen un nivel básico de conceptualización por lo que se les dificulta extrapolar saberes en el contexto diario.
- Presentan dificultades en la presentación y argumentación de temas científicos, su vocabulario es pobre, lo cual evidencia falta de hábito de lectura científica.
- Se presenta falta de motivación hacia su formación escolar, siendo vulnerables a el pandillismo, consumo de sustancias psicoactivas, embarazo adolescente y deserción escolar.

- Los planes inmediatos en los estudiantes distan de la formación universitaria en ciencias, por lo que la enseñanza de las ciencias naturales en el colegio tienen el reto de motivar a los estudiantes para la educación superior en ciencias.
- Se plantea como impronta del ciclo 5 del colegio La Belleza Los Libertadores “Los estudiantes... desarrollaran proyectos prácticos, tangibles y vivenciales que puedan ser relacionados eficientemente con su contexto, la productividad y el mundo.” (Colegio La Belleza Los Libertadores, 2011)

El desarrollo del estudio estuvo organizado en el desarrollo de las siguientes fases:

3.1 Fase 1: Selección Plantas Aromáticas

Se usó como instrumento una encuesta (**Anexo A**) aplicada a veinte (20) familias de los estudiantes para reconocer la existencia y disposición de plantas aromáticas en el sector de la UPZ Los Libertadores de la localidad de San Cristóbal en la ciudad de Bogotá.

Inicialmente se comprobó la ubicación de las familias encuestadas en los barrios La Belleza (40%), Los Libertadores (30%), Juan Rey (20%), Valparaiso (5%) y Santa Rita (5%); perteneciente a la UPZ Los Libertadores. La encuesta permitió identificar 17 especies de plantas aromáticas reconocidas por las familias por sus nombres comunes, en la Tabla 3-1 se presentan el nombre científico de éstas plantas identificadas en la región por Cardona y Barrientos (2011)

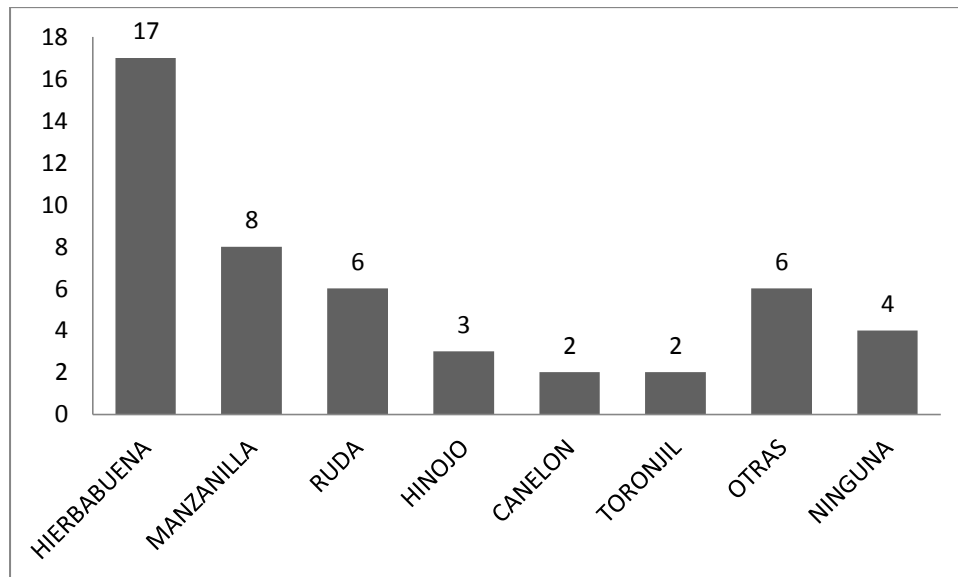
Tabla 3-1: Plantas aromáticas reconocidas por las familias de estudiantes

Nombre común	Nombre científico
Hierbabuena	<i>Mentha spp.</i>
Manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i>
Ruda	<i>Ruta graveolens</i>
Caléndula	<i>Calendula officinalis</i>
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>
Canelón	<i>Rapanea laetevirens</i>
Cidrón	<i>Aloysia citrodora</i>

Tabla 3-1: (Continuación)

Nombre común	Nombre científico
Albahaca	<i>Ocimum basilicum</i>
Papayuela	<i>Vasconcellea pubescens</i>
Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i>
Pino	<i>Pinus</i>
Sauco	<i>Sambucus</i>
Limonaria	<i>Cymbopogon citratus</i>
Romero	<i>Rosmarinus officinale</i>
Tomillo	<i>Thymus vulgaris</i>
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>

Los usos de las anteriores plantas están asociados a medicina tradicional principalmente (90%), seguido de usos alimenticios (5%) y esotéricos en el caso de la Ruda (5%). Por otra parte, las familias reconocen la siembra casera de Hierbabuena, Manzanilla y Ruda principalmente, estos resultados se pueden ver en la Figura 3-1.

Figura 3-1: Plantas cultivadas por las familias encuestadas

Con base en lo anterior, la Hierbabuena, manzanilla, ruda e hinojo son favorables para la extracción de aceite esencial por la disposición del material vegetal, así mismo se realizó una revisión documental sobre estas plantas con el fin de identificar sus características favorables para la obtención de aceites esenciales por medio del arrastre con vapor.

De acuerdo a de Sousa Barrosa y otros (2015) las especies de *Mentha* dentro de las cuales se encuentra la hierbabuena (*Mentha spicata*) contienen en su aceite esencial un alto porcentaje de monoterpenos oxigenados, hidrocarburos monoterpénicos y sesquiterpenicos. Los principales compuestos presentes son el D-carvona, Limoneno, Eucaliptol, β -pineno y D-germacreno, entre otros. El rendimiento de extracción reportado para la hierbabuena por medio de hidrodestilación es del 0,14%.

El rendimiento reportado por González Villa (2004) para la extracción de aceite esencial de manzanilla (*Chamaemelum nobile*) es 0,3 % para el método de arrastre con vapor, así mismo, el estudio presentado por Farkasa, Holláb, Vaverkovác, Stahlovád, Tekele, y Havráneke (2003), determina un alto contenido de esteroides como el angelato de isobutilo, el 2-metil butil angelato, el 2-metil 2-pronenil angelato y el 3 metil amil angelato.

Respecto al hinojo (*Foeniculum vulgare*), Santos Carrillo (2006) reporta la presencia de limoneno, trans-anetol, y α -pineno en el aceite esencial de ésta especie, así mismo, reportan un porcentaje de rendimiento promedio de 0,06%. Finalmente para la Ruda (*Ruta graveolens*) los resultados presentados por Pino y otros (2014) muestran la presencia mayoritaria de los compuestos 2-undecanona, 2-nonanona, 1-noneno y 2-dodecanona en el aceite esencial; además reportan un rendimiento del 0,3% por hidrodestilación.

Teniendo en cuenta los resultados se definió el uso de hierbabuena para el desarrollo de la estrategia experimental debido a la disposición de material vegetal en la región en abundancia y en cualquier época del año, lo que compensa el bajo rendimiento de 0,14%. Sin embargo es preciso señalar que la estrategia diseñada es aplicable a la obtención de cualquier aceite esencial.

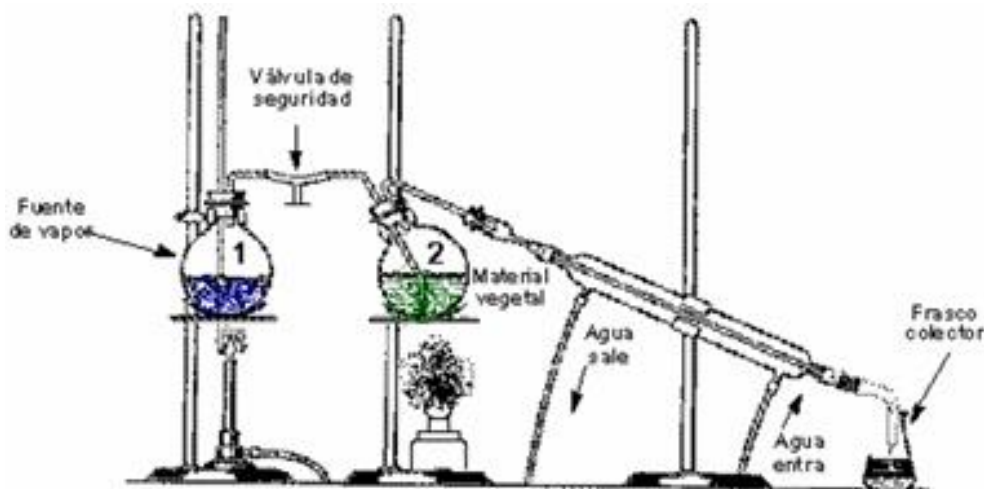
3.2 Fase 2: Selección Operaciones Unitarias

En ésta etapa se definió el protocolo experimental para la obtención de aceites esenciales por medio de arrastre con vapor teniendo en cuenta las condiciones de operación del laboratorio de química del colegio La Belleza Los Libertadores. Dentro del proceso de obtención de aceites esenciales se reconocen tres operaciones unitarias, la primera el secado del material vegetal, la segunda el arrastre con vapor y la tercera la extracción líquido-líquido.

En la etapa de secado, teniendo en cuenta la ausencia de equipos de secado en el laboratorio escolar, se diseñó y elaboró un secador solar teniendo en cuenta las indicaciones presentadas por la Fundación Celestina Pérez de Almada en 2005 sobre el secado de plantas medicinales. El secado solar permite controlar la temperatura de secado y evitar la transformación química de los compuestos presentes en el aceite esencial. En el proceso de secado solar la temperatura y humedad son las variables que determinan el secado y la masa del material vegetal es la variable de seguimiento, bajo condiciones promedio de temperatura ambiental de 18 °C y Humedad (medida con carta psicrométrica a temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo) de 13%, el porcentaje de humedad de la hoja de hierbabuena se reduce en un 65%.

En la Figura 3-2 se muestra el diseño propuesto para el método de arrastre con vapor, consiste en un generador de vapor saturado a presión atmosférica, correspondiente a la sección 1, es un recipiente de vidrio (Erlenmeyer de 1 Litro) ajustado por pinzas a un soporte universal y calentado con un mechero bunsen, éste debe estar cerrado con un tapón de caucho el cual tiene dos desprendimientos, el primero con un tubo de boro silicato de 50 cm que garantiza la presión atmosférica dentro del sistema y otro desprendimiento que llevará el vapor saturado a la sección 2.

Figura 3-2: Montaje experimental de laboratorio para arrastre con vapor. (Albarracín Montoya y Gallo Palma, 2003, pág. 35)



En la sección 2 se tiene un recipiente de vidrio (Erlenmeyer de 1 Litro) en el cual se introduce el material vegetal al que se le extrae el aceite esencial, éste Erlenmeyer está unido al soporte universal y en la parte inferior se coloca una plancha de calentamiento para evitar condensación del vapor en ésta sección. El recipiente debe cerrarse con un tapón de caucho que tiene dos desprendimiento, el primero que une con la sección 1 para recibir el vapor saturado, ésta entrada de vapor llega al fondo del Erlenmeyer de la sección 2, y el segundo debe permitir la salida de vapor de la sección 2 hacia el condensador.

En la sección del condensación, se usa un condensador Liebig (recto) unido a un soporte universal, el cual recibe el vapor de la sección 2 y lo condensa usando como refrigerante agua, se recupera el condensado en un vaso de precipitados de 100 mL.

La operación de extracción líquido-líquido es la parte final del proceso de obtención de aceite esencial, el condensado obtenido en la operación anterior es una mezcla de aceite esencial y agua, dos líquidos inmiscibles que podrían separarse por decantación, sin embargo el rendimiento de obtención del aceite esencial es bajo, por lo que es necesario aumentar el volumen de la fase orgánica para mejorar la eficiencia de separación. Por lo anterior es necesario el uso de un solvente orgánico de bajo punto de ebullición, como el éter etílico o el acetato de etilo. Se definió el uso de acetato de etilo por disposición en el

laboratorio escolar y por seguridad ya que el éter etílico es más volátil y por lo tanto genera mayor riesgo de manipulación con los estudiantes.

El proceso se divide en dos partes, la primera es la adición del solvente orgánico (acetato de etilo) el cual disuelve el aceite esencial, generando dos fases, la orgánica (aceite esencial + solvente) y la inorgánica (agua). Esta mezcla se separa por medio de decantación. El segundo proceso es la recuperación de solvente y obtención del aceite esencial, se usa el montaje experimental de destilación simple y se calienta la mezcla solvente y aceite esencial a baño de maría, el vapor del solvente se condensa y se recupera totalmente, mientras que en el fondo se obtiene el aceite esencial.

Como resultado de esta fase, se obtuvo el protocolo del proceso de obtención de aceite esencial donde se incluyó las operaciones unitarias de laboratorio requeridas y la descripción de los principios fisicoquímicos involucrados en cada proceso, como consta en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Operaciones unitarias del proceso de obtención de aceites esenciales

Operación unitaria	Conceptos relacionados
Secado	Humedad, Presión de vapor.
Arrastre con vapor	Presión de vapor, presión parcial, cambios de estado, Punto de ebullición.
Extracción líquido-líquido	Densidad, solubilidad, presión de vapor.

3.3 Fase 3: Prueba Diagnóstica

Con base en los resultados anteriores, se diseñó y aplicó un prueba diagnóstica para los estudiantes de ciclo 5 del colegio La Belleza Los Libertadores la cual se planteó como objetivo indagar sobre la comprensión de conocimientos relacionados con propiedades fisicoquímicas de la materia, y valorar la competencia procedimental en relación a técnicas de separación de mezclas desde la observación y análisis de video de práctica de laboratorio escolar.

La primer etapa de la prueba diagnóstica consistió en una prueba escrita, la cual tuvo dos momentos, uno grupal donde se motivó el diálogo de saberes previo con el fin de construir los conceptos requeridos, y un momento individual donde se buscó explorar la capacidad de relacionar conceptos básicos en ciencias con fenómenos de la cotidianidad. La segunda etapa consistió en la asignación de una situación experimental relacionada con separación de mezclas, se realizó un proceso de observación de habilidades prácticas de los estudiantes.

3.3.1 Prueba Escrita

Objetivo: *Evaluar la comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos relacionados con aspectos fisicoquímicos de sustancias y mezclas.*

ACTIVIDAD GRUPAL: Se organiza el curso en cuatro grupos, en una hoja deben realizar la siguiente actividad:

1. Teniendo en cuenta los saberes previos, realicen una lluvia de ideas para construir el concepto de:
 - a. Ebullición
 - b. Punto de ebullición
 - c. Condensación
 - d. Solubilidad
 - e. Densidad
 - f. Presión
 - g. Presión de vapor

2. Se realizará una socialización con los resultados de todos los grupos, los cuales discutirán y entregarán un solo concepto por el grado.

ACTIVIDAD INDIVIDUAL: Cada estudiante debe analizar las situaciones presentadas y analizarlas con base en conocimientos previos.

1. Lea la siguiente situación:

En horas de la mañana, una persona decide preparar una bebida caliente para lo cual necesita hervir agua en una olla. Al colocar la olla con agua en la estufa observa que se demora mucho el agua en hervir, por lo que decide tapar la olla, observando que el agua hierve más rápido cuando la olla está tapada que sin tapa.

Teniendo en cuenta la situación, ¿Cuáles de los conceptos definidos anteriormente tienen relación con el fenómeno descrito?, ¿Por qué el agua hierve más rápido cuando se coloca la tapa a la olla?

2. ¿Por qué el aceite no se disuelve con el agua?

3. ¿Qué ocurre con la sal de cocina (sólido) cuando se agrega al agua al preparar un arroz?

4. Explique el concepto de presión, usando como ejemplo un globo de caucho.

5. Cuando vamos en un bus o automóvil en la mañana, los vidrios del vehículo se empañan, es decir, se cubren con pequeñas gotas. ¿Qué sustancia es éste líquido? ¿Por qué ocurre éste fenómeno?

3.3.2 Prueba Práctica

Objetivo: Valorar la habilidades y técnicas de laboratorio desarrolladas por los estudiantes en prácticas relacionadas con separación de mezclas.

ACTIVIDAD GRUPAL: Se organizan grupos de tres estudiantes y se les asigna la tarea de separar las siguientes mezclas:

1. Agua y alcohol

2. Agua y aceite

Los estudiantes deben analizar el problema y solicitar el material de laboratorio requerido para realizar el proceso de separación, al finalizar se debe escribir la justificación de cada operación realizada.

ACTIVIDAD INDIVIDUAL: Los estudiantes deben grabar un audio donde respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué es importante aprender sobre Ciencias Naturales?
2. ¿Cuál es la importancia de la experimentación en el aprendizaje de las Ciencias Naturales?

3.4 Fase 4: Diseño Estrategia Experimental

El diseño de la estrategia experimental se fundamenta en la Enseñanza problémica como guía en la construcción de conocimiento, en éste sentido fue necesario identificar contradicciones en los procesos relacionados con la obtención de aceites esenciales, que permitan generar tensión intelectual en los estudiantes. Teniendo en cuenta las operaciones unitarias involucradas en el proceso se identificaron las contradicciones formuladas como situaciones problémicas presentadas en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Situaciones problémicas del proceso de obtención de aceite esencial

Operación	Situación problémica
SECADO	Si la humedad de una planta aromática es agua, ¿Cómo retirar la humedad de la planta sin calentar la hoja al punto de ebullición del agua?
ARRASTRE CON VAPOR	Teniendo en cuenta que el aceite esencial tiene un punto de ebullición más alto que el agua ¿Por qué el vapor de agua separa el aceite esencial de las hojas?
	El vapor arrastra el aceite en estado gaseoso ¿Por qué en estado líquido el aceite flota sobre el agua?
EXTRACCIÓN CON SOLVENTE	¿Por qué el acetato de etilo no se disuelve en el agua pero que si se disuelve el aceite esencial?

A partir de estas situaciones problémicas se generaron preguntas problémicas que dirigen la estrategia. La estrategia experimental se organizó en forma de secuencia didáctica teniendo en cuenta el objetivo práctico de obtener aceite esencial, en éste sentido Tobón, Pimienta y García (2020) argumentan que la secuencia didáctica permite reunir diversas actividades de forma integradora que se encaminen en la formación de competencias cognitivas, procedimentales y actitudinales en el estudiante.

Además de los estándares involucrados en el trabajo experimental presentados en el Capítulo 2, relacionados con el saber hacer en ciencias naturales, se estableció el desarrollo de los siguientes estándares curriculares del MEN que corresponde al saber y ser:

- Relaciono la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico.
- Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.

Teniendo en cuenta las dificultades conceptuales evidenciadas en los estudiantes de ciclo 5 de la institución, se involucró el desarrollo de estándares propuestos para otros ciclos según el MEN pero que se relacionan con la secuencia didáctica, estos son:

- Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de sus moléculas y las fuerzas electroestáticas.
- Verifico las diferencias entre cambios químicos y mezclas.
- Comparo masa, peso, cantidad de sustancia y densidad de diferentes materiales.
- Establezco la importancia de mantener la biodiversidad para estimular el desarrollo del país.

Los objetivos y habilidades a desarrollar en la secuencia didáctica por los estudiantes se plantearon de la siguiente forma:

- Describir los principios fisicoquímicos relacionados con el proceso de obtención de aceite esencial por el método de arrastre con vapor.
- Reconocer la aplicación de conceptos científicos en procesos de obtención de productos agroindustriales de potencial social y económico.
 - Reconocer el fundamento científico relacionado con la operación unitaria de secado.
 - Reconocer el fundamento científico relacionado con la operación unitaria de destilación por arrastre con vapor.
 - Reconocer el fundamento científico relacionado con la operación unitaria de extracción líquido-líquido.
- Identificar variables relacionadas con cada operación unitaria.
- Relacionar las propiedades físicas de la materia con la separación de mezclas en cada operación unitaria.
- Comparar los argumentos científicos construidos con fenómenos naturales de la cotidianidad.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñó una secuencia didáctica que involucró el aprendizaje de los principios fisicoquímicos relacionados con las operaciones unitarias involucradas en la obtención de aceites esenciales, por medio de la experimentación, desarrollo de preguntas problémicas y diálogo de saberes.

3.5 Fase 5: Validación Parcial

La secuencia didáctica diseñada se aplicó parcialmente a estudiantes de décimo y once del colegio La Belleza Los Libertadores, jornada tarde. Se desarrollaron las actividades propuestas hasta la semana 2, es decir 5 sesiones de trabajo con estudiantes, donde se obtuvo material de análisis sobre a la respuesta motivacional y cognitiva de los estudiantes frente a la propuesta.

4. Resultados

4.1 Prueba Diagnóstica

4.1.1 Prueba Escrita

La prueba se aplicó a 36 estudiantes de ciclo quinto del colegio La Belleza Los Libertadores, en la Tabla 4-1 se presentan las respuestas grupales sobre conceptos básicos relacionados con separación de mezclas.

Tabla 4-1: Resultados prueba diagnóstica escrita (Conceptual)

Concepto	Definición grupal	Definición unificada
Ebullición	<p>“Cuando un estado líquido pasa a un gas por medio de calor.”</p> <p>“Cuando la materia alcanza temperatura máxima y hierve.”</p> <p>“Punto máximo cuando líquido se convierte en gas.”</p> <p>“Acción que hace un líquido mientras llega a su estado gaseoso.”</p> <p>“Proceso de un líquido que al reaccionar con calor se transforma en gas.”</p>	<p>Décimo: “Forma en que una sustancia líquida pasa por medio de calor a estado gaseoso.”</p> <p>Once: “Cambio de estado de líquido a gaseoso al reaccionar con una fuente de calor.”</p>
Punto de Ebullición	<p>“Es la forma en la que un líquido llega a su punto máximo de temperatura.”</p> <p>“Cuando se transforma de líquido a gas.”</p> <p>“Cuando el agua llega a temperatura superior a 100 °C”</p> <p>“Cuando un líquido llega a su máxima temperatura por medio de calor o frío.”</p> <p>“Temperatura exacta en la que ocurre cambio de estado de líquido a gaseoso.”</p>	<p>Décimo: “La temperatura exacta en que una sustancia ebulle”</p> <p>Once: “Temperatura de una sustancia que pasa de líquido a gaseoso”.</p>
Condensación	<p>“Es la forma en que un compuesto es más denso de lo normal, debido a que agrupa sus componentes.”</p> <p>“Cuando un gas se convierte en líquido.”</p> <p>“Unión de dos mezclas y se forma un compuesto denso.”</p> <p>“Cambio de estado de gaseoso a líquido.”</p>	<p>Décimo: “Cuando un compuesto junta o agrupa sus átomos para convertirse en algo más denso.”</p> <p>Once: “Cambio de estado gaseoso a líquido.”</p>

Tabla 4-1: (Continuación)

Concepto	Definición	Definición grupal
Solubilidad	<p>“Es la forma en que un compuesto es menos denso de lo normal.”</p> <p>“Capacidad de un solvente para recibir una cantidad de soluto.”</p> <p>“Cuando líquido pasa a sólido.”</p> <p>“Cuando un cuerpo se disuelve en un líquido.”</p> <p>“Una cantidad máxima que llega a una temperatura determinada.”</p> <p>“Cantidad máxima de un soluto agregado a un solvente.”</p> <p>“Capacidad de una sustancia de disolverse en otra.”</p> <p>“Reacción que tiene una sustancia para disolverse con la otra para formar una mezcla.”</p> <p>“Cuando un sólido se disuelve en un líquido.”</p>	<p>Décimo: “Es la capacidad que tiene un solvente para recibir una cantidad determinada de soluto.”</p> <p>Once: “Capacidad de una sustancia en disolverse con otra formando una mezcla homogénea.”</p>
Densidad	<p>“m/V, es decir la textura y el peso de algún compuesto es mayor.”</p> <p>“Textura, olor, color cuando la materia se transforma.”</p> <p>“Es lo espeso o claro de un cuerpo.”</p> <p>“Masa de un elemento sólido, líquido y gaseoso.”</p> <p>“Relación que tiene masa sobre volumen.”</p>	<p>Décimo: “Es una propiedad física, secundaria, se describe como masa/volumen.”</p> <p>Once: “Resultado que se da entre la masa y volumen de una sustancia.”</p>
Presión	<p>“Es una fuerza contraria que busca ser liberada. Fuerza que hace que los componentes se compriman.”</p> <p>“Cuando cuerpo es atraído por la gravedad.”</p> <p>“Fuerza ejercida por un gas para una interacción de vapor. Fuerza constante sobre un objeto”</p>	<p>Décimo: “Es una fuerza ejercida por un estado químico.”</p> <p>Once: “Fuerza que se ejerce hacia un elemento en cualquiera de sus estados.”</p>
Presión de vapor	<p>“Es la fuerza contraria que emite el vapor.”</p> <p>“Fuerza que une o comprime los componentes de un gas.”</p> <p>“Proceso en que un líquido se vuelve gas y tiene espacio limitado. Es una expulsión de un gas que contiene vapor comprimido.”</p> <p>“Cuando el vapor ejerce una fuerza de expulsión hacia la superficie en estado gaseoso. Acumulación de aire que se encuentra en un recipiente caliente.”</p> <p>Fuerza que al estar condensada quiere salir.</p>	<p>Décimo: “Es cuando el vapor ejerce una fuerza de explosión hacia la superficie en estado gaseoso.”</p> <p>Once: “Fuerza que se ejerce en una sustancia dentro de un recipiente cerrado al reaccionar con una fuente de calor.”</p>

En general, se observó baja comprensión de los conceptos consultados, las respuestas en su gran mayoría inician con el adverbio relativo “cuando”, lo que ubica a las respuestas en un tiempo, por ejemplo cuando hierve no puede usarse como una definición de ebullición el cual es un cambio de fase independiente del tiempo.

Respecto a los conceptos de ebullición y punto de ebullición se evidenció una comprensión de la relación de cambio de estado de líquido a sólido con la transferencia de calor, ya que en varias respuestas se planteó en términos de “temperatura máxima” o “por medio de la reacción con calor”. Sin embargo las respuestas no permiten evidenciar alguna relación con el concepto de presión de vapor al definir el cambio de estado de líquido a gaseoso.

El término condensación no es definido con claridad por parte de los estudiantes, a pesar de que algunos lo relacionan con cambio de estado de gaseoso a líquido, existe otras respuestas que lo relacionaron con el aumento de densidad de una sustancia debido a “la agrupación de sus componentes”. Ésta respuesta evidenció un pensamiento a nivel intermolecular en términos de la distancia y energía de las partículas que se condensan, sin embargo, ninguna respuesta relacionó la pérdida de energía con el fenómeno de condensación de un gas.

En cuanto a la solubilidad, se apreció una heterogeneidad de las respuestas, algunas relacionan el término con la capacidad de un soluto en disolverse en un solvente, otras respuestas relacionaron la solubilidad con un cambio de estado de líquido a sólido, o con el cambio de densidad de una sustancia, evidenciando falencias a nivel conceptual. Así mismo el concepto de densidad no es definido con claridad por los estudiantes, varias respuestas lo identificaron como una relación entre masa y volumen de una sustancia, pero son respuestas evidentemente memorísticas de los años de formación tradicional, así mismo algunas respuestas trataron de dar significado al concepto al definirlo en términos de lo “claro y espeso” de una sustancia pero que no presentaron el significado de éste término.

Los conceptos de presión y presión de vapor fueron relacionados por la mayoría de respuestas con “una fuerza”, sin embargo, la forma como se presentaron las respuestas evidenció confusión teórica sobre el mismo concepto de fuerza, respecto a la presión de

vapor, ninguna respuesta relacionó éste concepto con el cambio de estado líquido a gaseoso, las pocas respuestas que trataron de explicarlo lo relacionaron con la presión de un gas contenida en un recipiente y no con un equilibrio líquido-vapor.

En la segunda parte de la prueba los estudiantes debían relacionar los anteriores conceptos con casos que involucran fenómenos cotidianos, estos resultados se presentan a continuación:

CASO 1: Hervir agua con una olla tapada

Conceptos relacionados: El 66,7 % de los estudiantes relacionaron la presión de vapor con el fenómeno. El 100% de los estudiantes relacionaron la ebullición con el fenómeno y el 45% mencionaron el punto de ebullición. El 2,7 % de los estudiantes relacionaron el concepto de densidad y condensación.

Argumentación: Las respuestas identificaron la ebullición con el fenómeno de “hervir agua”, así mismo mencionaron su relación con temperatura: “hierve al alcanzar la temperatura de ebullición”. Los estudiantes que relacionaron el concepto de presión de vapor, identificaron un aumento de la presión de vapor causado por la tapa de la olla. Así mismo éste aumento de la presión de vapor fue relacionado con un aumento del “calor” en la olla y por lo tanto en un aumento de la temperatura dentro de la olla, y como consecuencia el agua hierve más rápido. “...la olla necesita presión de vapor para que el agua pueda hervir a una temperatura mucho más alta... porque se encierra el calor y empieza a hervir”.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores, se evidenció que los estudiantes reconocen el concepto de presión de vapor de forma superficial y no existe ninguna relación entre éste concepto y la ebullición de líquidos, a pesar de que el razonamiento lógico los conduce a concluir que existe un aumento de calor en la olla tapada, no lograron identificar la naturaleza del fenómeno.

CASO 2: Mezcla de agua y aceite.

Conceptos relacionados: El 50 % de los estudiantes relacionaron el concepto de densidad. El 22,2 % relacionaron la solubilidad con el fenómeno. El 13,8 % mencionaron la naturaleza diferente del agua y el aceite. El 8,3 % relacionaron la polaridad de las moléculas de agua y aceite.

Argumentación: La mitad de los estudiantes plantearon que el agua no se mezcla con el aceite por la diferencia de densidad, sin embargo, sólo el 8,33 % identificaron la densidad del agua mayor que la densidad del aceite, el resto manifestaron que la densidad del aceite es mayor que la del agua: “El aceite no se mezcla con el agua ya que éste es más denso y tiende a separarse de ella”.

Otro grupo de estudiantes relacionaron la solubilidad con el fenómeno pero sin claridad, por ejemplo: “Por la solubilidad del aceite ya que la solubilidad del agua es diferente”. Finalmente existe un grupo reducido que identificaron la naturaleza eléctrica de las moléculas de agua y aceite como la razón para separarse: “...se están mezclando compuestos diferentes, un compuesto polar (agua) y otro apolar (aceite) por lo que nunca se van a disolver”

Los estudiantes argumentaron sus respuestas desde un punto de vista macroscópico, relacionaron la densidad pero no se evidenció claridad del concepto. Por otra parte un grupo muy pequeño logró interpretar el fenómeno desde la naturaleza eléctrica de las sustancias involucradas, sin embargo, es necesario mejorar la argumentación escrita del fenómeno.

CASO 3: Mezcla de agua con sal de cocina.

Conceptos relacionados: El 61,1 % de los estudiantes relacionaron el concepto de solubilidad. El 25 % de las respuestas propusieron una mezcla de agua y sal. El 11,1 % plantearon que no ocurre nada.

Argumentación: La respuesta mayoritaria relacionó el concepto de solubilidad de la forma “se diluye”, “se disuelve”, “se solubiliza”. Argumentaron la formación de una mezcla homogénea en relación al aumento de temperatura: “...la sal (sólido) se mezcla con el agua y aún más rápido ya que el agua está caliente generando disolución de la sal”.

Otro grupo importante sostuvo que la sal se mezcla con el agua, sin relacionar términos concretos de solubilidad: “Al hacer contacto con el agua su estado sólido pasa a líquido mezclándose con el agua”. Un grupo manifestó que no ocurre nada al mezclar agua y sal: “Al adicionar la sal al agua queda abajo del recipiente”.

Las respuestas obtenidas presentaron dos extremos, el primero donde algunos estudiantes relacionaron el concepto de solubilidad, aunque en varios casos usando términos incorrectos, y otro extremo donde no evidenciaron un análisis de la situación. No se relacionó la naturaleza química de la sal de cocina en el proceso de disolución; en el segundo caso, las respuestas no evidenciaron comprensión de fenómenos ya que son respuestas incoherentes que evidenciaron la falta de análisis, no hubo un razonamiento científico.

CASO 4: Explicación del concepto de presión con un globo de caucho.

Conceptos relacionados: El 11,1% de los estudiantes explicaron el concepto de presión teniendo en cuenta el movimiento de las partículas de gas. El 36,1 % de las respuestas relacionaron el concepto de fuerza en su explicación. El 50 % de los estudiantes no lograron definir el concepto de presión.

Argumentación: La mayoría de los estudiantes presentaron argumentos confusos sobre el concepto de presión: “Es un aire comprimido porque en el globo no hay salida para el aire”, “...se expresa porque el oxígeno no se distribuye bien por el poco espacio”, “Cuando uno sopla la presión con la que uno sale la bomba se infla”. Un grupo más reducido de estudiantes trataron de explicar el concepto por medio de la fuerza ejercida por el aire: “Al inflar la bomba se llena de presión y hace que se estire, al amarrar la bomba, no hay forma de que la presión salga...”, “Es la fuerza ejercida de cualquier estado en otra sustancia, en éste caso el aire se comprime dentro del caucho, generando una fuerza que somete al aire”.

Finalmente algunos estudiantes argumentaron su explicación con el movimiento de las partículas de gas: “Cuando se infla el globo las partículas rebotan dentro de la bomba,

esto hace que se expanda...”, “...estas partículas de gas están separadas, esta presión sería la fuerza que hace el gas y la forma como la bomba no lo deja salir”.

Los resultados obtenidos plantean la necesidad de mejorar la argumentación de las observaciones de los estudiantes y de fomentar el uso de lenguaje científico en la explicación de fenómenos. Los estudiantes presentaron dificultades conceptuales sobre el concepto de presión, a pesar de relacionarlo con fuerza, no lo reconocen desde el movimiento de las partículas (Teoría cinética molecular de los gases).

CASO 5: Condensación de agua en los vidrios de un automóvil.

Conceptos relacionados: El 33,3 % de estudiantes identificaron la condensación de agua. El 38,9 % de las respuestas no identificaron el agua pero si el proceso de condensación. El 27,8 % presentaron respuestas confusas o incoherentes.

Argumentación: El argumento de un grupo de estudiantes fue el cambio de estado de vapor de agua por acción de pérdida de calor: “La sustancia es agua y el fenómeno ocurre por acción de la condensación que ocurre en el cambio de estado de gas a líquido”. Varios estudiantes reconocieron el proceso de condensación pero no identificaron la sustancia que empaña los vidrios: “El gas pasa a líquido por medio de la temperatura”, “El vapor-dióxido de carbono es gas y el gas cuando se enfría se vuelve líquido”.

Otro grupo evidenció confusión en la explicación del fenómeno: “Esas gotas son gases que se convierten en líquido y por la densidad se comprime el aire en un lugar cerrado”, “Por la presencia de calor y por esto el agua se evapora”, “Porque estamos recién levantados y ocurre por medio de una sustancia”.

Es necesario que los estudiantes desarrollen una visión científica en el análisis de los fenómenos cotidianos ya que no relacionan los conceptos con la práctica, el hecho de no reconocer la existencia de vapor de agua en el aire exhalado es un indicador de que el ciclo 5 presenta dificultades de razonamiento científico y de competencias cognitivas en relación al análisis de conceptos relacionados con los aspectos fisicoquímicos de sustancias y mezclas.

4.1.2 Prueba Práctica

Ésta prueba se aplicó a los 36 estudiantes de ciclo quinto del colegio La Belleza Los Libertadores, en la primer parte se presentó un problema experimental sobre separación de mezclas líquidas, los estudiantes analizaron la situación y generaron una estrategia experimental para separarlas. Se organizaron 12 grupos de estudiantes y se realizó un video para analizar las habilidades procedimentales en el laboratorio, los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4-2 organizados en tres categorías: análisis preliminar, habilidades experimentales, argumentación de resultados.

Tabla 4-2: Análisis Prueba Práctica

Categoría	Análisis
Análisis Preliminar	Al plantear el problema de separar dos sustancias líquidas sin presentar un protocolo para realizar el proceso, la respuesta de los estudiantes fue de timidez y de desconocimiento, lo que llevó a varios estudiantes a recurrir a los apuntes de clase donde trataron de extrapolar procedimientos vistos anteriormente al problema. Antes de realizar el proceso de separación no hubo claridad conceptual ni procedimental del proceso a realizar, varios grupos de estudiantes se limitaron a solicitar los materiales que otros grupos solicitaban. Al final la etapa de análisis preliminar el 100 % de los grupos definieron usar calor para separar la mezcla de líquidos por diferencia de puntos de ebullición. En el caso de la mezcla agua-etanol, dos grupos argumentaron que el alcohol se separaría primero del agua por evaporación debido a que tiene un punto de ebullición menor que el agua, el resto de grupos desconocían la sustancia se separaría primero. Para el caso de la mezcla agua-aceite, todos los grupos propusieron la destilación como el proceso más adecuado para separar la mezcla, pero no definen cuál de las dos sustancias se separa de la otra.

Tabla 4-2: (Continuación)

Habilidades Experimentales	<p>El 100% de los estudiantes evidenciaron desconocer del tipo y función de muchos de los materiales usados en el laboratorio, aunque reconocieron algunos nombres como vaso de precipitados, condensador, mechero, no hubo claridad para organizarlos una estrategia de separación. En muchos grupos los materiales fueron solicitados por imitación. El montaje experimental de destilación que propusieron los estudiantes evidenció desconocimiento del fundamento de separación ya que sólo 2 grupos incluyeron el condensador y sus conexiones con el agua refrigerante dentro del montaje. Otros grupos argumentando una destilación, realizaron una evaporación ya que no recuperaron el líquido que se separó por ebullición, en el caso del alcohol se solicitó terminar la práctica por seguridad ya que se podrían generar vapores de etanol. Algunos grupos conectaron el condensador al montaje sin agua, evidenciando desconocimiento de la función y fenómenos fisicoquímicos relacionados en el proceso. Ningún grupo realizó medición de temperatura.</p> <p>En el caso de la separación de agua y aceite por destilación, se obtuvo un destilado que los estudiantes no identificaron, algunos grupos lo relacionaron con agua, otros con aceite.</p> <p>Ningún grupo logró la separación de la mezcla.</p>
Argumentación de resultados	<p>Con base en los resultados obtenidos los estudiantes manifestaron que el método de destilación es válido para la separación de las mezclas, sin embargo, no existe reconocimiento del fundamento fisicoquímico de separación. Los estudiantes argumentaron que la sustancia que se separó tiene un punto de ebullición diferente a la otra sustancia, pero sólo 4 grupos manifestaron que la sustancia es la de menor punto de ebullición, y procedimentalmente ningún grupo realizó la medición de temperatura por lo que no fue claro que sustancia se obtuvo en el destilado.</p> <p>Los estudiantes relacionaron términos como punto de ebullición, vapor, destilación, mezcla homogénea, evaporación y condensación: "... el alcohol que es el primero en llegar a su punto de ebullición pasa por el condensador donde el agua lo enfría convirtiéndolo en líquido".</p> <p>Otros argumentos evidenciaron dificultades de comprensión de propiedades de la materia: "por medio de un punto de ebullición el agua al ser menos densa pudo separarse del aceite..."</p> <p>De acuerdo a la observación, los estudiantes presentaron dificultades cognitivas en relación a la comprensión de aspectos analíticos de mezclas y sustancias, además de dificultades procedimentales para resolver problemas experimentales como el planteado. Finalmente, la argumentación oral y escrita de los estudiantes de ciclo 5 es muy pobre en el sentido del uso de lenguaje científico de forma clara y coherente.</p>

La segunda actividad de la prueba práctica valoró la dimensión actitudinal de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias y la experimentación en ciencias por medio de entrevistas grabadas, de las cuales se resaltan los siguientes comentarios:

- ¿Por qué es importante aprender sobre Ciencias Naturales?

“Obtener conciencia con cosas relacionadas con el entorno, tener mayor conocimiento sobre fenómenos por medio del aprendizaje de conceptos”

“La ciencia es una rama importante porque nos lleva a indagar sobre un tema y concluirlo”

“Aprendemos a aprovechar y dar buen uso a la materia”

“Podemos conocer nuestro ambiente y ver qué es lo mejor para nosotros y para él”

“Para entender el universo... las leyes que rigen el universo”

“Aprender cómo funcionan los fenómenos de la naturaleza”

“Conocer ciencias nos da ideas sobre de dónde venimos y tal vez para dónde vamos”

“Las ciencias pueden ayudar al ser humano, en la cotidianidad y para cuidar el planeta

“Nos da una explicación del por qué pasan las cosas”

“Nos ayuda conocer los avances tecnológicos que hay”

“Conocer las causas de los procesos naturales y entender como nos puede afectar y ayudar en la vida cotidiana”

Las anteriores respuestas describieron la percepción de los estudiantes frente a la formación en ciencias, teniendo en cuenta que los estudiantes son del último ciclo escolar y por lo tanto su formación debería estar enfocada al desarrollo de competencias

laborales según los lineamientos del MEN, las respuestas obtenidas evidenciaron un retraso en el proceso de formación en ciencias.

Muchas de estas respuestas ubicaron al conocimiento de los fenómenos de la naturaleza como objetivo de aprendizaje de las ciencias lo cual no corresponde al ciclo 5 de formación ya que estas metas de formación corresponden a ciclos anteriores donde se esperaba que los estudiantes comprendieran teorías y conceptos básicos que permitiera desarrollar procesos de investigación escolar en ciencias en el ciclo 5.

Algunas respuestas propusieron aplicar los conceptos científicos en la cotidianidad y puntualmente en el cuidado del ambiente, sin embargo para el ciclo 5 se esperaría desarrollar estos procesos de aplicación de las ciencias y formar una visión científica de la naturaleza que permitiera a los futuros graduandos acercarse al mundo de la formación superior en áreas relacionadas con las ciencias naturales.

- ¿Cuál es la importancia de la experimentación en el aprendizaje de las Ciencias Naturales?

“Se conocen resultados y se afirman teorías ya planteadas por estudios anteriores”

“Si no se experimenta no se comprueba... al experimentar la mente se vuelve hambrienta de aprendizaje”

“Se puede evidenciar... lo que se enseña es real”

“Para no quedarnos con lo teórico sino en lo práctico”

“Se obtienen datos para aceptar una teoría”

“Darle precisión a un saber o teoría porque se puede comprobar”

“Aprender y experimentar van de la mano porque es un método que ayuda a comprender conceptos de la naturaleza”

“Sacar análisis propios de los fenómenos experimentales”

Para los estudiantes la experimentación en ciencias es un factor de motivación ya que desarrollan procesos prácticos donde ellos son activos en el proceso, sin embargo es claro la influencia de la educación tradicional en ciencias ya que en general la visión de los estudiantes sobre la experimentación es de comprobación, es decir, las prácticas se limitan a verificar teorías por lo que en muchas ocasiones se realizan experiencias de laboratorio con resultados previamente conocidos, desconociendo el papel que juega el asombro en el proceso de aprendizaje como motivador y activador de conocimiento.

A pesar de la ésta visión generalizada de experimentar para comprobar, algunas respuestas sugirieron que la práctica potencia el aprendizaje al ser vivencial, así mismo, proponen el desarrollo de análisis propios sobre los hechos observados. Por lo anterior las estrategias experimentales son una herramienta de enseñanza ya que existe una disposición hacia éste trabajo, el reto consiste en transformar la experimentación en un método que potencie la investigación escolar en ciencias a partir de las observaciones y problemas de su cotidianidad.

4.2 Secuencia Didáctica

La presente estrategia se organizó para estudiantes de grado décimo y once en forma de secuencia didáctica [SD], su objetivo principal es desarrollar actividades donde el estudiante comprenda los fenómenos fisicoquímicos relacionados en las operaciones unitarias necesarias para obtener el aceite esencial, por medio de la participación activa y reflexiva en el proceso de aprendizaje.

La pregunta *¿Cómo obtener aceite esencial de una planta aromática?* orienta las actividades basadas en la enseñanza problémica, en donde los estudiantes deben desarrollar un trabajo autónomo y colaborativo para lograr conceptualizar algunas propiedades de la materia y las contextualicen en situaciones cotidianas.

La pregunta problémica es la base del método definido para la secuencia didáctica, en éste sentido las actividades centran la atención en situaciones contradictorias que permitan generar procesos de análisis y extrapolación de saberes.

Las actividades se desarrollan en sesiones de 2 horas de clase, organizadas por semanas de la siguiente forma:

En la semana uno se establecen dos sesiones de contextualización donde los estudiantes reconozcan la existencia de aceites esenciales y se motiven hacia la obtención del mismo por medio de la pregunta problémica *¿Qué produce el olor de las plantas aromáticas?*, la cual orientará las actividades. La semana dos presenta la siguiente situación problémica: *En el proceso de obtención de aceite esencial es necesario una operación de secado en donde la planta no se calienta para retirar la humedad (Agua)*, de la cual se genera la siguiente pregunta problémica: *¿Qué factores afectan el secado de las hojas de una planta aromática?*, en ésta semana se organizaron tres sesiones.

Para la tercera semana el método de extracción de aceite esencial por medio de arrastre con vapor orientará las actividades, en éste sentido se plantea la situación problémica de la siguiente forma: *Los aceites esenciales tienen punto de ebullición más alto que el agua, por lo que a la temperatura de ebullición de agua no cambian de estado*; la cual conduce a la pregunta problémica *¿Cómo obtener aceite esencial de hierbabuena usando vapor de agua?*, en ésta semana las actividades se organizan en dos sesiones.

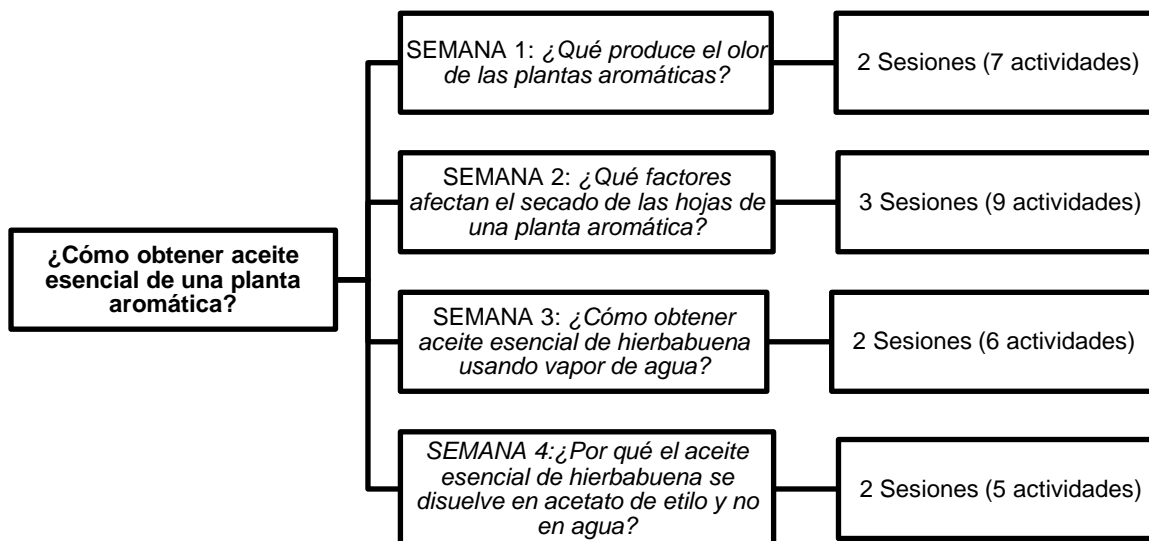
Finalmente en la cuarta semana las actividades se orientan hacia la búsqueda de explicaciones de la situación problémica: *El agua y aceite esencial no se disuelven, para separarlos se usa disolvente orgánico, un líquido que disuelve el aceite esencial*. El trabajo independiente, orientado por la pregunta problémica *¿Por qué el aceite esencial de hierbabuena se disuelve en acetato de etilo y no en agua?*, busca potenciar la capacidad creadora del estudiante en la exploración de argumentos científicos que se validen en la práctica experimental.

Los estudiantes deben llevar un diario de campo grupal, donde registren las observaciones, mediciones y evidencia de trabajo autónomo en el desarrollo de la secuencia.

El papel del docente durante la secuencia es de orientar la solución de preguntas problémicas por parte de los estudiantes, generando situaciones de tensión intelectual basadas en la contradicción de los fenómenos evidenciados.

La evaluación se reconoce como un proceso formativo, permanente y continuo; por lo que se desarrolla a lo largo de la secuencia dentro de las actividades programadas, basada en el manejo conceptual, argumentativo y habilidades prácticas. Al finalizar la secuencia se presentan los resultados del proceso en una actividad con la comunidad educativa, la cual tiene como objetivo promover la argumentación científica de los estudiantes de ciclo 5. La estructura de la secuencia didáctica se presenta en la Figura 4-1.

Figura 4-1: Estructura de la Secuencia Didáctica



A continuación se presentan las actividades programadas dentro de la secuencia didáctica:

¿CÓMO OBTENER ACEITE ESENCIAL DE UNA PLANTA AROMÁTICA?

Ciencias Naturales – Ciclo 5.

4.2.1 Semana 1: ¿Qué produce el olor de las plantas aromáticas?

SESIÓN 1

Actividad 1: Contextualización.

¿Qué vamos a hacer?

Un panel sensorial que permita identificar características de diversas plantas aromáticas del sector.

Objetivo: Identificar los usos y características de las plantas aromáticas en el contexto del colegio La Belleza Los Libertadores.

Materiales: Diario de campo, hojas de Menta, hierbabuena, tomillo, romero, hinojo, césped, hojas de fresa.

Metodología: Los estudiantes se dividirán en dos grupos, el primero podrá ver y otros con los ojos vendados. Los estudiantes con los ojos vendados deben oler una a una las plantas ubicadas en una mesa y deben describir alguna característica de la planta sin decir el nombre común de la misma, una persona del grupo realizará la descripción simultáneamente sin los ojos vendados. Al finalizar se analizarán colectivamente las características descritas por los estudiantes, validándolas o no según el conocimiento familiar. Los estudiantes deben organizar la información en el diario de campo, de acuerdo al cuadro 4-1.

Cuadro 4-1: SD Observaciones Actividad 1 - Semana 1

Planta	Características
Césped	
Fresa	
Hierbabuena	
Hinojo	
Menta	
Romero	
Tomillo	

En grupos de trabajo de 3 personas deben analizar y contestar las siguientes preguntas: ¿Qué genera el olor de las plantas tienen olor?, ¿Por qué algunas plantas generan un olor más fuerte que otras?

Los grupos socializaran sus hipótesis al curso, posteriormente se solicitará que cada grupo realice una síntesis de las ideas expuestas y redacte un escrito que reúna las ideas del curso.

Actividad 2. Actividad Experimental: “El olor de la naranja”

¿Qué vamos a hacer?

Una actividad de observación donde se reconozca la estructura general de la cáscara de naranja y su relación con el olor de la naranja.

Objetivo: Reconocer la existencia de sustancias responsables del olor de la naranja.

Materiales: Diario de campo, una naranja, bisturí, papel absorbente, lupa.

Metodología: Los estudiantes se organizaran en grupos de 3 personas. En el diario de campo debe hacer una descripción detallada de la estructura de la naranja por medio de dibujos. Deben recortar un trozo muy fino de la cascara y dibujarla detalladamente (con ayuda de la lupa), luego deben exprimirla y realizar la descripción de sus observaciones en el diario de campo.

Actividad 3. Trabajo independiente.

¿Qué vamos a hacer?

Analizar las observaciones experimentales y generar hipótesis relacionadas con el olor de las plantas.

Objetivo: Generar procesos de reflexión sobre las evidencias experimentales que permitan generar hipótesis.

Materiales: Diarios de campo, internet, computador, libros de consulta.

Metodología: Con base en las observaciones realizadas y consultas autónomas realizadas fuera del salón (internet, biblioteca, entrevistas) debe responder las siguientes preguntas: ¿En qué parte de la naranja se encuentra su olor característico?, ¿Por qué al macerar la naranja su olor es más fuerte?

Esta actividad se debe registrar en el siguiente en el cuadro 4-2.

Cuadro 4-2: SD Respuestas Actividad 3 - Semana 1

Pregunta	Respuesta grupal	Argumento
¿En qué parte de la naranja se encuentra su olor?		
¿Por qué al macerar la naranja su olor es más fuerte?		

SESIÓN 2

Actividad 4. Conversación heurística: ¿Qué hemos aprendido?

¿Qué vamos a hacer?

Socializar las respuestas a los interrogantes de la sesión 1 y generar debate sobre los argumentos presentados.

Objetivo: Estimular el diálogo problémico con base en argumentos científicos que permitan generar nuevas preguntas.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: Se expondrán las respuestas encontradas por los grupos a las preguntas planteadas en la sesión 1. El docente debe orientar el debate sobre argumentación de las respuestas y la generación de nuevas preguntas.

Actividad 5. Actividad experimental: “Obtención de extracto etanólico hojas de Romero (*Rosmarinus officinalis L.*)”

¿Qué vamos a hacer?

Obtener un extracto del aceite esencial de Romero en alcohol etílico.

Objetivo: Reconocer la existencia de aceites esenciales en plantas aromáticas por medio de la obtención de un extracto etanólico.

Materiales: Diario de campo, hojas de Romero, Etanol 96 % v/v, tubos de ensayo, tapones de caucho, gradilla.

Los estudiantes deben organizar grupos de 3 personas y seguir el proceso indicado en el **PROTOCOLO 1 (Anexo B)**. Al finalizar el proceso deben registrar sus observaciones en

cuadro 4-3 donde identifique características del etanol al 96 % v/v, el extracto alcohólico y las hojas de Romero.

Cuadro 4-3: SD Observaciones Actividad 5 - Semana 1

	Hojas de Romero	Etanol 96%	Extracto alcohólico
<i>Olor</i>			
<i>Color</i>			
<i>Textura</i>			

Actividad 6. Diálogo problémico: “Los olores se pueden extraer”

¿Qué vamos a hacer?

Discutir los resultados obtenidos en la actividad experimental anterior.

Objetivo: Relacionar los resultados obtenidos en la experiencia con la existencia de sustancias químicas responsables de los aromas característicos de las plantas.

Materiales: Diario de campo.

Los estudiantes compartirán sus resultados con el curso, por medio de mesas redondas se discutirá las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los cambios más significativos en las tres sustancias?, ¿Por qué el aroma de Romero se transmitió al etanol al 96%?, ¿Ocurrirá lo mismo si se usa agua en lugar de etanol?

Se realizará una plenaria final donde los grupos expongan sus hipótesis y se valide o refute la hipótesis planteada en el escrito de la Actividad 1.

Actividad 7. Trabajo independiente.

¿Qué vamos a hacer?

Revisión de literatura científica relacionada con los aceites esenciales presentes en las plantas aromáticas.

Objetivo: Estimular el trabajo autónomo y colaborativo relacionado con la comprensión de las aplicaciones de los aceites esenciales en la sociedad.

Materiales: Diario de campo, artículo científico.

Se presenta el artículo: Actividad bactericida del extracto etanólico y del aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. (Castaño, Ciro, Zapata, y Jiménez, 2010). Los estudiantes deben leer el artículo y escribir un resumen del mismo donde presenten los objetivos, métodos y resultados

descritos. Finalmente deben responder a la siguiente pregunta: ¿Qué otros usos tienen los aceites esenciales obtenidos de las plantas del sector?

4.2.2 Semana 2: ¿Qué factores afectan el secado de las hojas de una planta aromática?

SESIÓN 1

Actividad 1. Sensibilización.

¿Qué vamos a hacer?

Actividad de comprensión de lectura sobre el uso de la hierbabuena y su aceite esencial en relación al conocimiento tradicional.

Objetivo: Reconocer la importancia de la hierbabuena para la comunidad con base en las propiedades medicinales y cosméticas.

Materiales: Diario de Campo, Lectura guía.

Metodología: Se organizan los estudiantes en grupo para leer y analizar el siguiente texto:

La hierbabuena ¿Qué tan buena es?

Es común escuchar el nombre de ésta planta en nuestros hogares cuando algún integrante de nuestra familia padece de un cólico estomacal, además, el agua de hierbas que nuestras madres y abuelas preparan siempre contienen ésta planta, de hojas verdes, de olor y sabor característico.

La hierbabuena es una especie de planta que pertenece al género de la *mentha* de la familia de las *lamiáceas*. Son originarias del mediterráneo y reconocidas desde la antigüedad por sus usos cosméticos, medicinales y en la gastronomía. Ascoytia (2008) relata que Alonso de Herrera en 1513 hace una descripción detallada de ésta planta y sus usos como enjuague bucal y anticonceptivo rural. Hoy en día, la hierbabuena es una planta que se cultiva en los hogares de muchas personas ya que hace parte de la tradición medicinal que nos han heredado los abuelos.

Por otra parte, Rodríguez y Elvia (2011) afirman que partir de ésta planta se puede obtener aceite esencial cuyos componentes han sido reconocidos como agentes antimicrobianos por lo que éste producto tienen gran potencial en el campo de la conservación de alimentos. Así mismo, la hierbabuena "...posee propiedades antiespasmódicas y carminativas sobre el sistema digestivo, antisépticas y antiinflamatorias sobre el sistema respiratorio y antisépticas sobre la piel y mucosas. Otras propiedades que se le atribuyen son: estimulante, hipostenizante cardiovascular, antidismenorreica y antihipocondríaca." (Lagarto, Tillan y Cabrera, 1997, p. 6).

En los grupos de trabajo deben analizar la lectura y discutir la siguiente pregunta: ¿Por qué es importante obtener productos de las plantas aromáticas del sector?

Actividad 2. ¿Qué es secar?

¿Qué vamos a hacer?

Actividad experimental de determinación de la humedad de una muestra de hierbabuena.

Objetivo: Identificar la operación unitaria de secado por medio de la determinación de humedad de una muestra de hierbabuena.

Materiales: Diario de campo, 100 gramos de hierbabuena, estufa, termómetro, balanza.

Metodología: Generar tensión intelectual en los estudiantes por medio del análisis grupal de las siguientes preguntas: ¿Qué ocurre con el agua de la ropa mojada cuando extendemos la ropa en una cuerda?, -¿Cómo se podría acelerar el proceso de secado de la ropa húmeda?

Los estudiantes seleccionaran a dos personas para elaborar un cartel donde se organicen las respuestas de las preguntas en el cuadro 4-4.

Cuadro 4-4: SD Respuestas preguntas Actividad 2 - Semana 2

Curso: _____	
¿Qué pasa con el agua en el secado?	
¿Cómo acelerar el secado de la ropa?	

El cartel debe mantenerse durante toda la semana correspondiente a la semana 2 y deben hacer las modificaciones del caso de las respuestas en la casilla observaciones en cualquier momento de la semana.

Los estudiantes se organizaran en grupos de 3 personas y desarrollaran la práctica de determinación de humedad según el **PROTOCOLO 2 (Anexo B)**, teniendo en cuenta la siguiente pregunta guía: ¿Cuáles factores influyen en la operación de secado?

Al finalizar el proceso debe consignar los resultados en el cuadro 4-5.

Cuadro 4-5: SD Resultados experimentales Actividad 2 - Semana 2

Resultados operación de secado	
Cambios organolépticos del material vegetal (Olor, color sabor, textura).	
Peso inicial de la muestra de hierbabuena.	
Peso final de la muestra después de secar.	
Porcentaje de humedad de la hierbabuena	

Actividad 3. Diálogo problémico: “¿Qué pasó con la humedad?”

¿Qué vamos a hacer?

Análisis de los resultados obtenidos en la actividad anterior con base en preguntas orientadoras.

Objetivo: Relacionar la operación de secado con la evaporación de agua y las condiciones del aire.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: En los grupos de trabajo se analizaran las siguientes preguntas: -¿Cómo explica la pérdida de masa de la muestra fresca y la muestra después del secado? -Si la temperatura de ebullición del agua es 92°C en Bogotá ¿Por qué se evaporó el agua si la muestra no se calentó a esa temperatura?

Se realizará plenaria donde se expongan los argumentos de las respuestas grupales.

Actividad 4. Trabajo autónomo

¿Qué vamos a hacer?

Diseñar un secador solar para hojas de hierbabuena en tiempo extraescolar.

Objetivo: Estimular el trabajo autónomo y colaborativo al consultar y diseñar un secador solar de plantas aromáticas.

Materiales: Plástico transparente, malla plástica, listones de madera, tornillos, cartilla, diario de campo.

Metodología: Teniendo en cuenta la cartilla: Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes; diseñada por la Fundación Celestina Pérez de Almada en convenio con la MERCOSUR y UNESCO-Montevideo.

(Disponible en:

[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-GuiaSecaderosolar.pdf)

[Guiasecaderosolar.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-GuiaSecaderosolar.pdf)), los estudiantes deben diseñar y elaborar en grupos de trabajo un secador solar para 200 gramos de hierbabuena.

Presentar el diseño propuesto y en una hoja describir el funcionamiento del mismo.

SESIÓN 2**Actividad 5. Diálogo problémico: ¿Qué hemos aprendido?**

¿Qué vamos a hacer?

Conversatorio sobre las preguntas hechas en la secuencia didáctica hasta el momento.

Objetivo: Estimular el diálogo problémico con base en argumentos científicos que permitan generar nuevas preguntas.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: Se retomaran las respuestas de las preguntas hechas en las actividades de la Semana 2 – Sesión 1. El docente hará precisiones conceptuales sobre la naturaleza de los aceites esenciales y la determinación de humedad. Se debatirá colectivamente las respuestas de la actividad anterior para generar una sola hipótesis grupal sobre la explicación del fenómeno de secado. Las conclusiones deben ser registradas en el diario de campo.

Teniendo en cuenta el trabajo de diseño realizado se plantearan las siguientes preguntas, ¿Cuál es la relación entre la velocidad del viento y el proceso de secado?,

¿Es posible secar una muestra de hierbabuena sin la presencia de sol? ¿Por qué?, si tenemos un día lluvioso ¿Es posible secar una muestra de hierbabuena bajo techo? ¿Por qué?

El docente debe orientar las respuestas hacia la comprensión de los fenómenos físicos relacionados la pérdida de humedad, éste diálogo debe ser insumo para elaborar un escrito donde definan la operación de secado.

Actividad 6. Secado de la hierbabuena.

¿Qué vamos a hacer?

Actividad experimental de secado de una muestra de hierbabuena.

Objetivo: Identificar las variables que afectan el proceso de secado de una muestra de hierbabuena.

Materiales: Diario de campo, secador solar, 200 gramos de hierbabuena, ventilador, calefactor de aire, tijeras, termómetro, balanza.

Metodología: Usando el secador solar experimental que elaboraron, cada grupo iniciará el secado de 200 gramos de hierbabuena fresca (sólo hojas sin tallos ni raíces), la muestra se dejará secando durante 5 días. Cada grupo tendrá una variación en el procedimiento de secado orientada por el docente, por ejemplo el uso de un ventilador, uso de un calefactor de aire, secado bajo techo, secado al aire libre, reducción de tamaño de la hoja. Se realizarán mediciones de variables según el **PROTOCOLO 3 (Anexo B)** y se registrarán los datos en el cuadro 4-6.

Cuadro 4-6: SD Resultados experimentales de secado Actividad 6 - Semana 2

Variable	Medida	
Peso inicial de la muestra		
Temperatura del aire	Día 1	
	Día 2	
	Día 3	
	Día 4	
	Día 5	
Humedad del aire	Día 1	
	Día 2	
	Día 3	
	Día 4	
	Día 5	
Peso final de la muestra		

SESIÓN 3

Actividad 7. Diálogo problémico ¿Qué factores afectan el secado?

¿Qué vamos a hacer?

Socialización y análisis de los resultados de la práctica de secado con base en preguntas orientadoras.

Objetivo: Identificar factores que afectaron el secado por medio del diálogo sobre la evidencia experimental.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: Se socializaran los resultados de las experiencias de secado de hierbabuena y se realizara un diálogo teniendo en cuentas las siguientes preguntas orientadoras: ¿Cuál fue el método de secado más eficiente? ¿Por qué?, ¿Cómo se afectó el proceso de secado en cada una de las experiencias?, ¿Cuáles son las características del aire que permiten que se seque el producto?, ¿Qué modificaciones le haría al diseño de secador propuesto? Explique. Las conclusiones deben ser registradas en el diario de campo.

Actividad 8. Exposición problémica. “Principios fisicoquímicos del secado”

¿Qué vamos a hacer?

Presentación por parte del docente de conceptos elaborados a partir de la situación problema de la semana 2.

Objetivo: Relacionar los resultados obtenidos en las actividades prácticas con conceptos fisicoquímicos de separación de mezclas.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: El docente retomara la situación problémica “En el proceso de obtención de aceite esencial es necesario una operación de secado en donde la planta no se calienta para retirar la humedad (Agua)” y establecerá relación entre las preguntas realizadas en la actividad anterior y los resultados experimentales, validando y refutando las respuestas de los estudiantes. En éste momento se debe presentar los conceptos de presión de vapor y su relación con la evaporación de los líquidos.

Actividad 9. Evaluación.

¿Qué vamos a hacer?

Actividad de evaluación donde los estudiantes relacionaran conceptos aprendidos con situaciones de la vida cotidiana.

Objetivo: Relacionar conceptos de ciencias con la explicación de fenómenos cotidianos.

Materiales: Diario de Campo

Metodología: Teniendo en cuenta el proceso realizado, los estudiantes responderán las siguientes preguntas ayudados de dibujos o esquemas de apoyo, luego se socializan en grupos para obtener una respuesta grupal.

-¿Por qué el agua hierve más rápido en una olla tapada que en una destapada?

-¿Por qué las hojas de hierbabuena no se calientan a 92°C para retirar la humedad?

-¿Cuáles son los factores que afectan el secado de un sólido?

4.2.3 Semana 3: ¿Cómo obtener aceite esencial de hierbabuena usando vapor de agua?

SESIÓN 1

Actividad 1. Contextualización: ¿Qué es un aceite esencial?

¿Qué vamos a hacer?

Actividad comprensión de lectura sobre la naturaleza de los aceites esenciales.

Objetivo: Identificar la naturaleza del aceite esencial de hierbabuena.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: En grupo realizaran la siguiente lectura:

La separación de aceites esenciales

Los aceites esenciales son productos derivados de las plantas que en la actualidad han creado un campo de aplicaciones que van desde lo cosmético, los alimentos y la medicina. Según Vásquez y otros (2001) mencionado por Peredo, Palou y López (2009)

Los aceites esenciales son sustancias aromáticas de base lipídica encontradas prácticamente en todas las plantas; son muy numerosos y están ampliamente distribuidos en las partes de la planta: raíces, tallos, hojas... son componentes heterogéneos de terpenos, sesquiterpenos, ácidos, esteres, fenoles; separables por métodos químicos o físicos como la destilación. (p.25)

De acuerdo a estudios realizados, el aceite esencial de hierbabuena contiene alto contenido de Limoneno, Carvona-D, Beta Pineno y Mirceno entre otras sustancias químicas presentes. (De Sousa, De Moraisa, Travassos, Pinto, Craveiroc, Oliveira... y Araújo, 2015). Éste aceite se puede separar de la planta usando un método llamado arrastre con vapor, según Peredo, Palou y López (2009), éste método consiste en una separación selectiva de los componentes volátiles haciendo pasar vapor de agua por una muestra de material vegetal.

Finalizada la lectura, los estudiantes deben analizar y responder las siguientes preguntas y registrar las conclusiones en el diario de campo.

Los aceites esenciales tienen un punto de ebullición más elevado que el agua, entonces: ¿Por qué el agua no se mezcla con el aceite?, ¿Por qué los aceites esenciales se separan con una corriente de vapor de agua?

Actividad 2. Arrastre con vapor

¿Qué vamos a hacer?

Actividad experimental donde se obtendrá aceite esencial de hierbabuena identificando los fenómenos fisicoquímicos involucrados.

Objetivo: Identificar las etapas del proceso de arrastre con vapor relacionando las propiedades fisicoquímicas de la materia con la separación de aceite esencial.

Materiales: Recipiente plástico, 1000 g de hojas de hierbabuena seca, condensador de vidrio, mangueras, olla a presión, probeta de 100 mL, vaso de precipitados, embudo de decantación.

Metodología: La actividad se realizará en dos etapas:

- a. **Exposición Problemática:** El docente presentará el montaje teórico de proceso de arrastre con vapor, usando imágenes de laboratorio. Se explicará las medidas de seguridad y se orientará las observaciones a realizar en la bitácora. Los estudiantes deben realizar el montaje experimental con los instrumentos asignados, con base en la explicación docente.

- b. Experimentación: Los estudiantes deben seguir el **PROTOCOLO 4 (Anexo B)** de obtención de aceite esencial y registraran las observaciones en el cuadro 4-7 guiados por las siguientes preguntas.

Cuadro 4-7: SD Observaciones Actividad 2 - Semana 3

Pregunta	Observación
¿Por qué se produce vapor desde la olla a presión?	
Describe el recorrido del vapor por todo el montaje. (Use diagramas)	
¿Qué hace el vapor al tener contacto con la hoja de hierbabuena?	
¿Qué ocurre en la salida del condensador? ¿Por qué? Describe el olor del líquido que sale por el condensador. ¿Cuál es su hipótesis?	
¿Cómo puede medir el volumen de aceite que se obtenido en el proceso?	

Actividad 3. Diálogo problémico ¿Qué ocurre en el proceso?

¿Qué vamos a hacer?

Analizar las observaciones hechas en el laboratorio por medio de preguntas orientadoras.

Objetivo: Identificar de forma preliminar los factores que influyen en la separación de aceite esencial por el método de arrastre con vapor.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: Teniendo en cuenta las observaciones realizadas, los estudiantes deben validar las observaciones y determinar una sola respuesta grupal. Luego se reunirán por grupos para analizar las siguientes preguntas: ¿Qué sustancia se arrastra?, ¿Por qué se arrastra?, ¿Existe alguna relación entre la separación del aceite con el punto de ebullición?, ¿Si el agua y el aceite no se mezclan, porque a la salida del condensador es evidente la presencia de las dos sustancias?

Las conclusiones deben ser registradas en el diario de campo.

Se expondrán las respuestas encontradas por los grupos a las preguntas planteadas, se debe estimular el debate, la argumentación de las respuestas y la generación de nuevas preguntas. Al finalizar los estudiantes deben proponer una explicación sobre los factores relacionados con el arrastre con vapor.

SESIÓN 2

Actividad 4. Exposición problemática

¿Qué vamos a hacer?

Presentación por parte del docente de conceptos relacionados con la operación de arrastre con vapor.

Objetivo: Relacionar los resultados obtenidos en las actividades prácticas con conceptos fisicoquímicos de separación de mezclas.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: El docente relacionará el proceso de separación de arrastre con vapor con las presiones parciales de las sustancias, basado en la situación problema sobre la inmiscibilidad de los aceites en agua y la naturaleza del vapor de agua.

Con base en lo anterior el docente explicará en concepto de polaridad y su relación con la solubilidad de las sustancias, en particular la insolubilidad del agua y aceite.

Actividad 5. Separación de fases.

¿Qué vamos a hacer?

Trabajo colaborativo de los estudiantes proponiendo métodos de separación de mezclas.

Objetivo: Proponer estrategias de separación de dos líquidos teniendo en cuenta las características de los mismos.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: En grupos de trabajo los estudiantes deben responder las siguientes preguntas: ¿De dónde salió el agua que está en la muestra obtenida después del arrastre con vapor?, ¿De dónde se obtuvo el aceite que se encuentra en la muestra?, ¿Es posible que el aceite esencial no se pueda separar del agua? ¿Por qué?

Los estudiantes deben proponer una forma para separar el aceite esencial de la fase acuosa obtenido del proceso.

Al finalizar la actividad se deben socializar las respuestas y propuestas estimulando el debate y la argumentación.

Actividad 6. Trabajo autónomo-Evaluación.

¿Qué vamos a hacer?

Actividad de evaluación. Los estudiantes relacionaran conceptos aprendidos con el proceso de arrastre con vapor.

Objetivo: Estimular el trabajo autónomo y colaborativo al representar el proceso en un diagrama de flujo.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: Los estudiantes deben elaborar un diagrama de flujo donde representan cada etapa del proceso de arrastre con vapor: generación de vapor, arrastre, condensación, decantación; deben presentar una explicación a modo de conclusión del fenómeno físico presente en cada etapa.

4.2.4 Semana 4: ¿Por qué el aceite esencial de hierbabuena se disuelve en acetato de etilo y no en agua?

SESIÓN 1

Actividad 1. Diálogo problémico ¿Qué he aprendido?

¿Qué vamos a hacer?

Presentar una situación que genere una tensión intelectual que permita evidenciar la comprensión de los conceptos vistos.

Objetivo: Identificar conceptos aprendidos durante las sesiones anteriores por medio de la presentación de una nueva situación problema.

Materiales: Diario de Campo.

Metodología: Organizados en grupos, analicen la siguiente situación:

En el proceso de separación de aceite esencial, si no usáramos vapor de agua, sino que calentáramos las hojas de hierbabuena a más de 100 °C ¿Qué pasaría? ¿Se obtendría el aceite esencial? ¿Qué problemas se tendrían?

Los estudiantes deben registrar sus respuestas en el diario de campo.

Actividad 2. Trabajo autónomo. Búsqueda de información.

¿Qué vamos a hacer?

Búsqueda de información científica que permita ubicar al estudiante en el concepto de solubilidad.

Objetivo: Relacionar las habilidades las tecnologías de la información y la comunicación de los estudiantes con el proceso de búsqueda de información científica.

Materiales: Diario de Campo, tabletas, computadores con internet.

Metodología: Usando las tabletas con conexión a internet realizar la siguiente consulta:

¿Qué es un disolvente orgánico?

¿Cuáles son las propiedades físicas del acetato de etilo?

¿El acetato de etilo se puede disolver en agua?

¿El aceite esencial puede disolverse en el acetato de etilo? ¿Por qué?

Teniendo en cuenta que la cantidad de aceite esencial es baja para separarlo directamente de agua, es posible agregar acetato de etilo a la mezcla para que el aceite se disuelva en él y luego separar ésta mezcla de agua. Posteriormente se separaría el acetato de etilo del aceite esencial. Con base en las propiedades físicas del acetato de etilo, ¿Cuál será un método efectivo para separar la mezcla de aceite esencial y acetato de etilo?

SESIÓN 2

Actividad 3. **Diálogo problémico. Diseñando un protocolo.**

¿Qué vamos a hacer?

Socializar los resultados de la búsqueda anterior y proponer una estrategia experimental para separar el aceite esencial con un solvente orgánico.

Objetivo: Identificar los conceptos que se relacionan con la separación del aceite esencial por medio de solvente orgánico.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: En mesa redonda los estudiantes deben compartir los resultados de la consulta y construir de forma grupal un protocolo para realizar la operación de extracción con solvente.

Teniendo en cuenta el **PROTOCOLO 5 (ANEXO B)** entregado por el docente, deben comparar el protocolo construido con el entregado e identificar las diferencias de los mismos, argumentando las razones por las cuales modifican o validan el protocolo propuesto.

Al finalizar la actividad el curso debe establecer el protocolo final teniendo en cuenta el debate anterior.

Actividad 4. **Experimentación – Evaluación**

¿Qué vamos a hacer?

Desarrollar el protocolo propuesto para validar la estrategia de separación del aceite esencial de la fase acuosa.

Objetivo: Identificar las dificultades y aciertos del protocolo propuesto para la separación de aceite esencial.

Materiales: Diario de campo, acetato de etilo, mezcla de agua y aceite esencial, material de laboratorio propuesto en el protocolo diseñado por los estudiantes.

Metodología: Con base en el protocolo aprobado por los estudiantes y bajo la supervisión y acompañamiento del docente, deben desarrollar la operación de separación del aceite esencial de hierbabuena de la fase acuosa.

En el desarrollo de ésta experiencia los estudiantes deben registrar en el cuadro 4-8 sus observaciones, dificultades y modificaciones en cada etapa del proceso.

Cuadro 4-8: SD Observaciones experimentales Actividad 4 - Semana 4

Etapa	Observación/dificultad	Modificación
Etapa 1: _____		
Etapa 2: _____		
Etapa n: _____		

Actividad 5. Búsqueda parcial - Análisis del experimento

¿Qué vamos a hacer?

Analizar los resultados obtenidos en la experiencia anterior.

Objetivo: Construir el concepto de solubilidad y punto de ebullición a partir de los resultados experimentales.

Materiales: Diario de campo.

Metodología: El docente analizará el cuadro construido en la actividad experimental y realizará preguntas basadas en las modificaciones sugeridas o los resultados obtenidos del protocolo elaborado por los estudiantes. Se generarán preguntas relacionadas con la solubilidad del aceite esencial en el acetato de etilo, orientadas hacia descubrir la naturaleza polar o apolar de las sustancias. Posteriormente se realizarán preguntas que

dirijan al estudiante hacia la argumentación del proceso de evaporación y recuperación del acetato de etilo en el proceso.

Si el aceite esencial y el acetato de etilo son miscibles ¿Qué tienen en común? Explique.

¿Por qué el aceite esencial no es miscible en el agua?

¿Por qué es necesario calentar la mezcla de acetato de etilo y aceite esencial para separar el acetato de etilo?

¿Qué ocurre en el condensador cuando se recupera el acetato de etilo?

ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

Los estudiantes escogerán una planta aromática cultivada en el sector del barrio La Belleza Los Libertadores. Deben realizar una consulta guiada por el docente para reconocer las principales características de la planta y de forma grupal establecer un protocolo de extracción de aceite esencial por el método de arrastre con vapor.

El protocolo debe presentarse en forma de diagrama de proceso y realizar la extracción bajo la supervisión del docente.

El proceso se socializará con la comunidad en una muestra de experiencias pedagógicas del ciclo 5, donde los estudiantes le expliquen a la comunidad el fundamento del proceso de extracción de aceite esencial por medio de arrastre con vapor.

4.3 Aplicación Parcial

La secuencia didáctica se aplicó parcialmente a 36 estudiantes de ciclo 5 del colegio La Belleza Los Libertadores, se desarrollaron las actividades correspondientes a la semana 1 y 2, donde se obtuvo material de análisis para validar la estrategia con base en la motivación hacia el aprendizaje experimental y problémico.

4.3.1 Resultados Semana 1

Se desarrollaron las siete actividades diseñadas para la semana con base en la pregunta orientadora ¿Qué produce el olor de las plantas aromáticas?, en la aplicación de la secuencia didáctica las actividades vincularon la percepción sensorial, generación y argumentación de hipótesis, búsqueda y análisis de información científica, observación experimental.

La actividad 1 permitió que los estudiantes exploraran diversas sensaciones por medio del panel sensorial de diversas plantas cultivadas en el sector, así mismo relacionaron la tradición y saberes familiares a la descripción de las plantas. En la actividad los estudiantes identificaron diferencias entre las plantas en términos del olor, color, forma, textura y sabor. Ésta descripción permitió potenciar la observación y comparación al identificar el olor de las plantas como un criterio para categorizarlas en aromáticas y no aromáticas, el primero descrito como “plantas que tienen olor fuerte, agradable o repugnante” y el segundo como plantas que “no tienen olor” o “con olor muy suave”.

Respecto a la naturaleza del olor de las plantas aromáticas, varios grupos describieron el olor como “sustancias químicas que expulsan un olor fuerte”, así mismo relacionaron éste olor con “un mecanismo de defensa o atracción” de las plantas para “alejar depredadores o atraer otros animales”. Ésta actividad de contextualización permitió relacionar los saberes previos y familiares sobre las plantas aromáticas con la existencia de sustancias químicas responsables del olor.

En la actividad 2 se desarrollaron habilidades de observación y descripción por medio de la manipulación de material vegetal para construir hipótesis sobre las estructuras en donde se encuentra el olor de la cáscara de naranja. En las descripciones hechas por los estudiantes, identificaron la cascara de la naranja como la estructura donde se concentra el olor de la fruta ya que “al apretarla sale una sustancia líquida de unos poros pequeños”, otros describieron “al frotar la cáscara en mis manos tuve una sensación pegajosa, al ver mis manos note que algunas partes estaban húmedas y al secarse el olor de naranja quedaba”, estas observaciones permitieron que varios grupos relacionaran la sustancia líquida y su volatilidad como responsables de la sensación de olor de la naranja.

La actividad 3 se orientó hacia la búsqueda de información que permitiera validar las hipótesis experimentales sobre el olor de la naranja, éste trabajo se planteó como trabajo autónomo de consulta. De los 12 grupos de trabajo sólo el 33 % respondió a la actividad, los otros grupos no realizaron la actividad de consulta, por lo que se evidenció dificultades de autonomía en la búsqueda de información relacionada con la experiencia anterior. Los grupos que cumplieron con la actividad recopilaron información general sobre la naranja pero no dieron respuestas argumentadas a las preguntas planteadas

sobre el olor de la naranja, así mismo se evidenció dificultades en la referencia bibliográfica y la ubicación de fuentes serias de información.

Así mismo, la actividad 4 generó debate sobre las observaciones realizadas en la experiencia, pero sin argumentos teóricos que validaran las hipótesis, sin embargo, en medio de la socialización de resultados se mencionaron nuevos términos como el “aceite esencial que sale de la cáscara de naranja”, por lo que aún sin argumentos claros los estudiantes lograron identificar la existencia de sustancias químicas en el aceite esencial que es responsable del olor de las plantas.

La actividad experimental 5 tuvo como objetivo evidenciar la existencia de esas sustancias químicas responsables del olor de las plantas, para esto se usó hojas frescas de Romero (*Rosmarinus Officinalis*) recolectadas en las huertas de los hogares de los estudiantes. La actividad se analizó con base en dos categorías, la capacidad de realizar y explicar protocolos de laboratorio, y el registro de observaciones. En el desarrollo de la actividad experimental los grupos en general siguieron las etapas indicadas y cada grupo obtuvo una descripción de sus observaciones, sin embargo, al seguir el protocolo de obtención del extracto etanólico se evidenciaron dificultades para tomar decisiones, por ejemplo, la forma de macerar, la forma de mezclar el etanol, incluso la decisión de usar o no implementos como embudos de vidrio para envasar el producto final. El análisis de la práctica de laboratorio se presenta en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Análisis Aplicación Actividad 5 - Semana 1

Categoría	Análisis
Desarrollo y análisis de protocolo	<p>Los estudiantes elaboraron una bitácora de laboratorio donde describieron cada paso en la obtención del extracto etanólico, estos pasos estaban incluidos en el protocolo entregado, sin embargo, a pesar de seguir las instrucciones, la bitácora muestra falta de comprensión de actividades realizadas evidenciado en la forma de escribir en las bitácoras por ejemplo “... y sus hojas sean disueltas con el alcohol”, “...combinado con el aceite etílico”. Estos escritos justifican la necesidad de mejorar del lenguaje químico y experimental en los estudiantes por medio de lecturas de tipo científico orientadas hacia el desarrollo de un lenguaje científico.</p> <p>Los estudiantes demostraron agrado hacia la actividad experimental, los cambios de olores y colores son de agrado y motivación ya que los estudiantes se atreven a plantear hipótesis de sus observaciones.</p>

Tabla 4 3: (Continuación)

Registro de observaciones	<p>La práctica permitió que los estudiantes observaran y compararan los cambios ocurridos en la muestra de romero fresco, etanol al 96 % y el extracto obtenido, la forma como presentaron los resultados se agrupan en dos tendencias, la primera donde los estudiantes describen detalladamente sus observaciones independiente del lenguaje correcto en la disciplina, “el romero ... tiene un olor muy intenso y muy fuerte por que tiene mucha sustancia química”; el otro grupo de resultados se limitaron a la descripción concreta de sus observaciones “el olor del romero es mentolado.”</p> <p>La comparación de las observaciones en ambos grupos permitió que los estudiantes relacionaran sustancias químicas presentes en las plantas con el olor al ser transmitidas al etanol del 96 %. Lo relacionaron con los perfumes y generaron inquietud sobre el proceso de obtención de los perfumes comerciales. La actividad experimental permitió despertar la curiosidad de los estudiantes.</p>
---------------------------	---

Con base en los resultados experimentales, en la actividad 6 se realizó un diálogo problémico donde los estudiantes desarrollaron capacidades argumentativas de sus hipótesis bajo la orientación del docente. A la pregunta planteada ¿Por qué el aroma de romero se transmitió al etanol al 96%?, todos los grupos argumentaron que al macerar el romero se desprenden sustancias químicas que le dan color verde y olor al etanol, por ejemplo: “...al macerarlas las sustancias químicas encargadas del olor de las plantas se liberan y se mezclan con el alcohol”, así mismo, “...el líquido etanol tiene la facilidad de disolver el olor de las plantas...”

Al extrapolar el análisis de la experiencia con la pregunta ¿Ocurrirá lo mismo si se usa agua en lugar de etanol?, los estudiantes manifestaron que el agua al ser un líquido puede disolver el olor, sin embargo, un grupo planteó la siguiente hipótesis: “...el agua no es igual que el alcohol porque tiene otros átomos, por lo tanto no será igual la extracción”. Teniendo en cuenta los anteriores resultados se propuso una experiencia de hidrodestilación de tipo demostrativo para confirmar o refutar las hipótesis planteadas, se usó una muestra de Romero en el montaje experimental presentado en la Figura 4-2.

Figura 4-2: Montaje hidroddestilación Actividad 6 - Semana 1

Al analizar el proceso de hidroddestilación, los estudiantes identificaron fenómenos como la producción de vapor a partir del calentamiento del agua, realizaron el seguimiento al flujo de vapor a través del montaje, relacionándolo con los cambio de estado que sufre “...primer recipiente el calor produjo la evaporización constante del agua... luego el vapor pasa por el tubo de condensación donde vuelve a ser líquido por el enfriamiento...” Adicionalmente, al obtener el condensado, los estudiantes pudieron reconocer el olor de romero en el agua, por lo que logran identificar el agua como una sustancia que puede extraer las sustancias químicas responsables del aroma de las plantas, “...el vapor ayuda a que salga la esencia, éste vapor debe mantenerse ya que si se enfría no se puede extraer...”

La actividad experimental demostrativa permitió analizar las hipótesis bajo el criterio de la observación y comprobación, sin embargo, el dominio de conceptos relacionados con la existencia y extracción de aceites esenciales no se ve reflejado en la argumentación presentada por los estudiantes.

Finalmente la actividad 7 de la semana, se orientó hacia el análisis de un artículo científico que permitiera reconocer el método de trabajo científico y se fortaleciera la argumentación escrita sobre estudios en el campo de los aceites esenciales. De los análisis hechos por los estudiantes sobre el artículo: Actividad bactericida del extracto

etanólico y del aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. (Castaño, Ciro, Zapata, y Jiménez, 2010), se valoraron con base en la comprensión del objeto de estudio, metodología y resultados.

Se recibieron 24 resúmenes del artículo (66,6 % de los estudiantes), aumentando la participación en la actividad de trabajo independiente evidenciando un mayor compromiso con la entrega de actividades en comparación al trabajo autónomo de la actividad 3 (33 %). De los escritos recibidos, el 16,7 % son copias literales del artículo original, donde no se evidenció análisis ni comprensión del estudio realizado por los autores. En los demás escritos fueron objeto de análisis en las categorías planteadas, éste análisis se presenta en la Tabla 4-4.

Tabla 4-4: Comprensión de lectura científica. Actividad 7 - Semana 1

Categoría	Análisis
Objeto de estudio	<p>El 62,5 % de los escritos presentaron de forma confusa el objeto de estudio, aunque relacionaron el uso del romero en diferentes campos de acuerdo al marco conceptual del artículo, no lograron identificar la intención de comprobar la actividad bactericida en el estudio presentado. Como evidencia se presentaron ideas como “...se trata de un estudio científico relacionado para poder comprobar la conservación de la planta...”, “... se buscó ayuda natural proveniente de las plantas de romero y de su aceite esencial que combatían a la mayor parte de éstas bacterias...”.</p> <p>Así mismo, se encontraron ideas que evidencian falta de comprensión lectora ya que presentan argumentos erróneos sobre el artículo, “...pretende mostrar como extraer bacterias microbianas y cuales se obtienen del romero y otros aceites esenciales...”</p>

Tabla 4 4: (Continuación)

Metodología del estudio	Respecto al reconocimiento del método científico dentro del artículo, se presentó heterogeneidad en los escritos. Se tienen fragmentos que presentaron el proceso de obtención del aceite esencial pero que no reconocieron la experimentación para identificar la actividad bactericida de éste. Por otra parte, el 33,3% de los escritos propios no lograron reconocer la metodología del estudio y se limitaron a la presentación de los usos del romero en diferentes campos en términos generales. Se obtuvo dos escritos que presentaron la metodología del estudio vinculando las experiencias de comportamiento del aceite esencial de romero como agente bactericida, aunque no relacionan técnicas específicas del artículo, "...estos extractos son sometidos a diferentes tipos de procesos complejos... para analizar su comportamiento y efectividad contra distintos tipos de bacterias" de forma general reconocieron los objetivos de las etapas experimentales.
Resultados presentados por los autores	El 16,7 % de los escritos de los estudiantes presentaron los resultados del estudio de forma correcta, identificando la acción bactericida del extracto etanólico de romero y de su aceite esencial, de la misma forma presentaron de forma clara la conclusión del estudio sobre la efectividad del aceite esencial del romero en microorganismos que contaminan los alimentos. "...en conclusión las hojas de romero tienen compuestos con actividad antimicrobiana de uso para conservar alimentos...", "...se concluye su uso beneficiario en la industria de los alimentos...". Por otra parte, el 83.3 % finalizó el escrito con la descripción metodológica, sin presentar los resultados ni conclusiones de los autores.

Los resultados obtenidos de la semana 1 de la secuencia didáctica, permitieron identificar un aumento progresivo en la capacidad argumentativa de los estudiantes a medida que avanzan en las actividades, se observó mayor participación en los diálogos problémicos y

así mismo la construcción de hipótesis más argumentadas. En las actividades experimentales se tuvo mayor participación de los estudiantes que en las actividades autónomas, sin embargo la participación en estas actividades independientes aumento hacia el final de la semana.

Los estudiantes lograron reconocer la existencia de sustancias químicas en la estructura de las plantas aromáticas y que son responsables del olor de las mismas, así mismo, reconocieron procesos de extracción de estas sustancias por maceración e hidrodestilación, identificando y relacionando procesos de cambios de estado y solubilidad en estos.

4.3.2 Resultados Semana 2

Se desarrollaron nueve actividades distribuidas en tres sesiones con base en la pregunta orientadora ¿Qué factores afectan el secado de las hojas de una planta aromática?. Las actividades buscaron desarrollar habilidades procedimentales en el proceso de secado y su relación con conceptos básicos sobre propiedades fisicoquímicas de la materia.

La actividad 1 consistió en una sensibilización sobre el uso de plantas aromáticas del sector, con base en la lectura los estudiantes plantearon argumentos sobre la importancia de la obtención y uso de los productos derivados de plantas aromáticas en relación a la cultura y saberes tradicionales, “...en nuestros hogares se cultivan y es parte de nuestra cultura... además contiene compuestos químicos que puede curar enfermedades...”. Así mismo plantearon la necesidad de vincular el conocimiento científico sobre las plantas con el contexto social “...los habitantes del sector de escasos recursos pueden usar las plantas ya que estas se cultivan en nuestros hogares y no tienen precio...”. Así mismo se logró identificar argumentos contradictorios en relación al uso de productos naturales y productos químicos, manifestaron que el uso de productos derivados de plantas aromáticas no son perjudiciales como los productos farmacéuticos “...por que no contienen químicos...”, lo que dejo en evidencia dificultades en la comprensión de la estructura de la materia.

La actividad 2 planteó preguntas iniciales que buscaron generar tensión intelectual en los estudiantes frente al proceso de secado, respecto a la pregunta ¿Qué ocurre con el agua

de la ropa mojada cuando la extendemos para secar? los estudiantes propusieron que el agua sale de la ropa por dos vías: escurrimiento y evaporación, según los estudiantes "... el exceso de agua se escurre de la ropa, pero aún queda impregnada de agua y ésta de empieza a evaporar", el fenómeno de evaporación es relacionado con los rayos del sol y la presencia de viento, "...el calor del sol se filtra en la prenda, haciendo que el agua se evapore pasando a un estado gaseoso". Los estudiantes reconocieron la humedad como la presencia de agua y factores como la presencia de rayos solares y viento en el proceso de secado en el proceso de evaporación del agua, en éste sentido propusieron mayor exposición al sol y mayor flujo de aire para acelerar el secado de la ropa.

La segunda parte de la actividad consistió en el desarrollo de un protocolo para determinar la humedad de una muestra de hierbabuena, los estudiantes identificaron etapas del proceso y registraron sus observaciones relacionadas con el cambio de las características del material vegetal. Los estudiantes reconocieron que la pérdida de humedad de la muestra de hierbabuena se relacionó con el calor transferido por la plancha de calentamiento, lo que identificaron como evaporación del agua que se encontraba en la hoja. Se realizó medición de la masa inicial y final de la muestra vegetal para cuantificar el porcentaje de humedad de la hoja de hierbabuena, obteniendo resultados grupales dentro del mismo rango (76 -92 %). Los estudiantes analizaron la muestra seca de hierbabuena identificando una mayor concentración de olor en la hoja seca "...tiene un olor más fuerte...", por lo que se presentó el proceso de secado como una etapa previa a la obtención de aceite esencial por medio de arrastre con vapor. Los estudiantes generaron debate durante la experimentación relacionado a la pérdida de aceite esencial del material vegetal durante el calentamiento, ya que percibieron olor característico de la hierbabuena durante el calentamiento.

La actividad 3 generó debate problémico sobre la pérdida de agua en la experiencia de secado anterior, el 73,5 % de los estudiantes plantearon que el agua que se encontraba en las hojas de hierbabuena se evaporó por acción del calor transferido, "... la temperatura de la hoja subió y por lo tanto el agua se evaporó...", sin embargo hubo un grupo de estudiantes que plantearon que la pérdida de masa de la muestra vegetal se dio por un proceso de combustión en el proceso de secado, "...las hojas de hierbabuena se quemaron, por lo que disminuyo la masa...", los estudiantes presentaron argumentos de

forma más precisa relacionando conceptos de calor y teoría cinético molecular del estado gaseoso para justificar sus hipótesis. Adicionalmente se presentó una pregunta problémica con base en el proceso de secado: Si la ropa no se calienta al punto de ebullición del agua, ¿Por qué se seca? Los estudiantes manifestaron inicialmente en la actividad 2 que el agua de la ropa mojada se seca por acción del sol y el viento, lo que reafirmaron, sin embargo un grupo de estudiantes presentó argumentos relacionando la energía "...para que el agua se evapore necesita energía y el sol le da esa energía...", por lo que se evidenció un mayor análisis de los fenómenos con base en la observación experimental y la relación de conceptos previos.

La actividad 4 se propuso como actividad de trabajo autónomo e independiente orientado por el docente con documentos de apoyo, los estudiantes organizados en grupos diseñaron un secador solar para las hojas de hierbabuena, en la figura 4-3 se observan el trabajo realizado por los estudiantes en casa.

Figura 4-3: Diseño de Secador solar Actividad 4 - Semana 2



La actividad de diseño propuesta tuvo buena respuesta ya que el 90 % de los estudiantes realizaron la actividad en casa realizando la revisión del material bibliográfico propuesto y evidenciando iniciativa al buscar otras fuentes. La presentación de los diseños por medio de presentación oral y escrita permitió valorar avances en la argumentación de los estudiantes frente al fenómeno del secado explicando con claridad el funcionamiento del secador y las variables fundamentales del proceso.

La actividad 5 se orientó hacia la discusión de las hipótesis de los planteamientos de los estudiantes frente al proceso de secado, se propuso la siguiente pregunta: ¿Cuál es la relación entre la velocidad del viento y el proceso de secado? Los estudiantes mencionaron la importancia de la velocidad del viento sin argumento, saben desde su práctica cotidiana que a mayor flujo de viento mayor secado, entendiendo la acción del viento como "...el viento al encontrarse con la prenda húmeda se lleva las partículas de agua con él...", sin embargo no identificaron la relación entre el secado con variables como la temperatura y humedad del aire. Por otra parte, los estudiantes plantearon la posibilidad de secar ropa en ausencia de luz solar, argumentando que el proceso es más demorado ya que "...las partículas de agua no tendría la energía necesaria para evaporarse inmediatamente..."

Posteriormente se desarrolló la actividad 6 de secado de hierbabuena con el secador solar que los estudiantes diseñaron, con base en el debate de la actividad anterior los estudiantes replantearon sus argumentos de funcionamiento del secador, relacionando la radiación solar como un factor importante en el secado de hierbas aromáticas y el plástico como material para mantener la temperatura interna del secador. Así mismo lograron identificar la importancia de la corriente de aire para mejorar la convección, por lo que ajustaron sus diseños antes del secado de la muestra. Los estudiantes realizaron el seguimiento de secado a una muestra de hierbabuena, por medio de la medición de variables como la masa perdida, la temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo del aire y la lectura de la humedad del mismo en la carta psicrométrica.

Teniendo en cuenta la permanente variación del clima de la zona donde se ubican los barrios de procedencia de los estudiantes, se obtuvo diversidad de resultados durante los cinco días de seguimiento, los estudiantes lograron en su totalidad secar entre el 50 y 60 % de la humedad del material vegetal, sin embargo la diferencia en los resultados se evidenciaron en las lecturas de humedad del aire donde los barrios más altos (ubicados en la parte alta de la montaña) fueron los que registraron mayor humedad en esos días que los barrios bajos. Los estudiantes desarrollaron habilidades de observación y medición de variables experimentales, la actividad les permitió crear relatos de la

experiencia donde evidencia un manejo de argumentos sustentados en lenguaje científico.

La actividad de diálogo problémico planteada en la actividad 7 se orientó hacia la discusión de las hipótesis sobre los fenómenos fisicoquímicos relacionados con las prácticas de secado, en primer lugar se analizó la eficiencia del secado de plantas aromáticas, el 66.6 % de los estudiantes los estudiantes plantearon que el secador solar es más eficiente que el secado con plancha de calentamiento, el argumento principal es la concentración del aceite esencial y a las posibles transformaciones que podría sufrir con alta temperatura en la plancha de calentamiento. Así mismo identificaron transformaciones que sufre el material vegetal al someterlo a altas temperaturas, mencionaron que "...el cambio de color en la hoja de hierbabuena se debe a la transformación química... además el aceite esencial a alta temperatura se puede evaporar...". Los resultados están relacionados con la secuencia didáctica en general ya que identifican la necesidad de mantener el aceite esencial en la planta para poder ser extraído posteriormente.

En cuanto al diseño experimental, los estudiantes propusieron dos modificaciones basados en las observaciones y análisis, la primera en relación a color del plástico, proponiendo usar plástico negro, el argumento fue mantener el calor producido por las radiaciones solares, lo que permite identificar de forma primaria una relación en el análisis con conceptos como la radiación de cuerpo negro. El otro cambio propuesto fue la incorporación de un ventilador que permita la entrada de un mayor flujo de aire, éste cambio lo justificaron con la necesidad de retirar la humedad del aire permanentemente para que no se acumule y permita un secado más rápido y eficiente. Los estudiantes lograron reconocer el funcionamiento del secador y la relación con factores como la radiación solar y el flujo del viento en la evaporación de la humedad, sin embargo no identificaron el concepto de presión de vapor en el fenómeno.

La exposición problémica propuesta en la actividad 8 se diseñó con base en los resultados obtenidos en la semana, se planteó la situación problémica: En el proceso de obtención de aceite esencial es necesario una operación de secado en donde la planta no se calienta para retirar la humedad (Agua) ya que podría perder o transformar su aceite esencial. Si la muestra vegetal no se calienta al punto de ebullición del agua

¿Cómo se evapora el agua? El docente presentó el concepto de presión de vapor con ejemplos cotidianos y lo relacionó con el proceso de evaporación y secado de las plantas aromáticas, al finalizar los estudiantes lograron replantear el concepto inicial de punto de ebullición "...temperatura a la que un líquido ebulle..." para relacionar con el concepto de presión de vapor "...temperatura a la cual la presión de vapor es igual a la presión atmosférica...". Así mismo se presentó de forma general el concepto de gradiente de concentración en el contexto de secado, los estudiantes lograron comprender la necesidad de aire con baja humedad para realizar un secado más eficiente.

La actividad 9 consistió en la actividad de evaluación de la semana 2, la cual consistió en plantear situaciones cotidianas similares a las presentadas en la prueba diagnóstica, los resultados de estas respuestas se presentan en la Tabla 4-5.

Tabla 4-5: Resultados evaluación Actividad 9 - Semana 2

Situación	Resultados
¿Por qué el agua hierve más rápido en una olla tapada que en una olla destapada?	"El agua se calienta más rápido por la presión del vapor que se genera...", "La tapa no deja que la presión atmosférica actúe sobre toda la superficie del agua...", "Se acumula vapor dentro de la olla y ésta se calienta más..."
¿Por qué las hojas de hierbabuena no se calientan a 92 °C para retirar la humedad?	"Porque se secaría completamente... incluyendo el aceite esencial...", "Si se calienta a más de 92 °C se puede aumentar la presión del vapor del aceite esencia de la hierbabuena y se evapora", "...la temperatura alta afectan provocando quemaduras en las hojas... y esto no conviene a la hora de extracción de aceites esenciales", "...solo se necesita un poco de temperatura para alterar las moléculas de agua y las corrientes de aire se llevan la humedad"
¿Cuáles son los factores que afectan la operación unitaria de secado?	" las corrientes de aire y su baja humedad...", "la temperatura aumenta la presión de vapor haciendo que haya un cambio de estado..", "la temperatura, la presión de vapor, humedad y presión atmosférica".

Con base en las respuestas obtenidas se evidenció mayor comprensión de conceptos relacionados con propiedades fisicoquímicas de la materia, comparando estos resultados con los obtenidos en la prueba diagnóstica se evidenció una construcción más rigurosa de argumentos, explicaciones más claras sobre los fenómenos observados con base en conceptos desarrollados en la secuencia didáctica.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Las estrategias experimentales para la enseñanza de las ciencias son una herramienta motivacional para los estudiantes ya que fomenta el desarrollo de habilidades procedimentales, sin embargo, estas estrategias deben orientarse hacia el desarrollo de curiosidad y autonomía en los educandos, actitudes que les permita explorar diversas formas de resolver inquietudes sobre el mundo natural por medio de la experimentación.

La didáctica de las ciencias debe trascender del discurso subjetivo sobre ¿Cómo enseñar? hacia la transformación de la práctica educativa que reconozca al estudiante como sujeto activo en el proceso de aprendizaje y al maestro como orientador de dicho proceso. El discurso pedagógico sobre la enseñanza de las ciencias debe materializarse en el desarrollo de estrategias que permitan vincular el pensamiento científico en el contexto de los estudiantes, rompiendo con las prácticas tradicionales de enseñanza.

La enseñanza problemática es una estrategia de enseñanza que permite el desarrollo de procesos metacognitivos en los estudiantes por medio de la búsqueda orientada de respuestas a inquietudes sobre fenómenos del mundo natural, por lo anterior es de gran potencial en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales.

Con base en los resultados de la prueba diagnóstica se identificó diversas falencias de los estudiantes de ciclo 5 en las dimensiones cognitivas y procedimentales, el nivel de argumentación oral y escrita es bajo, no se relacionaron de forma clara conceptos básicos sobre aspectos fisicoquímicos de la materia con fenómenos cotidianos, se evidenció dificultades en la búsqueda de solución a problemas prácticos en ciencias. Lo anterior plantea el reto para los docentes del área de Ciencias Naturales de buscar

estrategias para nivelar conocimientos y habilidades en los estudiantes de ciclo 5 con el fin de fomentar una visión científica de la naturaleza y sociedad.

La obtención de productos derivados de plantas aromáticas es un ambiente de aprendizaje de potencial para la enseñanza de ciencias naturales en el contexto del colegio La Belleza Los Libertadores. El uso de estas plantas es parte de la tradición de la comunidad educativa, por lo que su manipulación implica diálogo de saberes familiares que pueden ser validados o refutados por medio de la experimentación en ciencias desde los criterios de la enseñanza problemática.

El proceso de obtención de aceites esenciales de plantas aromáticas por medio de arrastre con vapor involucra diversos conceptos relacionados con propiedades fisicoquímicas de la materia, así se construyó la estrategia experimental para estudiante de ciclo 5 en forma de secuencia didáctica para analizar cada operación unitaria vinculada al proceso de extracción.

La secuencia didáctica se diseñó con base en los fundamentos de la enseñanza problemática, por lo que la función del maestro dentro del desarrollo de la misma es incentivar la pregunta de los estudiantes como motor del proceso de aprendizaje. La autonomía, trabajo independiente y desarrollo de capacidades argumentativas de los estudiantes están mediados por la motivación hacia la búsqueda de explicaciones.

Los resultados obtenidos de la aplicación parcial de la secuencia didáctica muestran un aumento en la capacidad argumentativa de los estudiantes para explicar fenómenos cotidianos con base en propiedades fisicoquímicas de la materia, usando un lenguaje más claro y relacionando conceptos en sus argumentos. Las actividades propuestas en la secuencia didáctica permitieron el desarrollo de habilidades como el diseño del secador, en donde los estudiantes relacionaron conceptos científicos a la vez que potenciaron su capacidad creadora. La participación de los estudiantes en la secuencia didáctica fue mayor en términos de la disposición, motivación hacia el aprendizaje y participación.

5.2 Recomendaciones

La secuencia didáctica diseñada debe ser aplicada en su totalidad para obtener resultados que permitan identificar los aprendizajes de los educandos en relación a los objetivos de la misma.

Es necesario identificar otros ambientes de aprendizaje (alimentos, medicina tradicional) que permitan generar nuevas secuencias didácticas experimentales que aporten al proceso de transformar la enseñanza de las ciencias por medio de la vinculación del contexto.

Potenciar el uso de la enseñanza problemática de las Ciencias Naturales identificando contradicciones en los contenidos del área y vinculándolos al contexto, para fortalecer los procesos de autonomía en el estudiante y transformar el papel del maestro en el proceso de enseñanza.

La secuencia didáctica diseñada puede ser transformada para relacionar contenido específicos de química en relación a la composición química de los aceites esenciales.

A. Anexo: Encuesta Identificación de plantas aromáticas del sector

IDENTIFICANDO LAS PLANTAS AROMÁTICAS DEL BARRIO

Objetivo: Identificar la especies de plantas aromáticas cultivadas en el sector de la UPZ Los Libertadores de la localidad de San Cristóbal de la ciudad de Bogotá.

1. ¿En qué barrio se encuentra ubicada su vivienda?

2. Mencione 5 plantas aromáticas que conozca y sean cultivadas en el barrio donde se encuentra su vivienda:

A. _____

B. _____

C. _____

D. _____

E. _____

3. ¿Cuáles son los usos que le dan a estas plantas aromáticas?

4. ¿Qué plantas aromática tiene sembrado en su lugar de vivienda? (suelo o materas)

5. De las plantas aromáticas que conoce, ¿Cuál considera que es la planta aromática más económica y fácil de conseguir? ¿Por qué?

B. Anexo: Protocolos de laboratorio de la secuencia didáctica.

A continuación se presentan los 5 protocolos de laboratorio que hacen parte de la secuencia didáctica.



Secretaría de Educación Distrital
Institución Educativa La Belleza Los Libertadores
Sede A-B Jornadas mañana y tarde Resolución No. 1821 20 de junio de 2002
NIT 830079.079.439-0; DANE 111100116008;
CÓDIGO ICFES: Mañana: 133918 – Tarde: 098590



PROTOCOLO DE LABORATORIO No.	1 (Actividad 5 – Semana 1)
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	OBTENCIÓN DE ALCOHOL DE ROMERO
FECHA	28/09/2015

1. PROPÓSITO

- Desarrollar un protocolo de extracto alcohólico.
- Obtener los extractos etanólicos del material seco.

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Elementos de Protección Personal

- EPP REGLAMENTARIAS.

3. USO Y MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y REACTIVOS

Etanol al 96%

Manipulación y almacenamiento

- 1 Manipulación: Sin indicaciones particulares.
- 2 Almacenamiento: Recipientes bien cerrados. En local bien ventilado. Alejado de fuentes de ignición y calor. Temperatura ambiente.



Primeros auxilios

- 1 Indicaciones generales: En caso de pérdida del conocimiento nunca dar a beber ni provocar el vómito.
- 2 Inhalación: Trasladar a la persona al aire libre. En caso de que persista el malestar, pedir atención médica.
- 3 Contacto con la piel: Lavar abundantemente con agua. Quitarse las ropas contaminadas.
- 4 Ojos: Lavar con agua abundante manteniendo los párpados abiertos.
- 5 Ingestión: Beber agua abundante. Provocar el vómito. No administrar eméticos. No administrar carbón animal. No beber leche. Pedir atención médica.

4. MATERIALES, REACTIVOS, Y EQUIPOS PARA TODO EL CURSO

MATERIALES	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR GRUPO
HOJAS DE ROMERO 10 g ETANOL AL 96%-- 150 mL TUBOS DE ENSAYO GRANDES CON TAPÓN MORTERO CON PILON EMBUDO DE VIDRIO PAPEL FILTRO	CANTIDADES EXISTENTES	CANTIDADES EXISTENTES

5. PROCEDIMIENTO

1. Revisar y ajustar las condiciones del sitio de trabajo según indicaciones del docente.
2. Recibir el material de trabajo.
3. Retirar tallos del material vegetal dejando sólo las hojas de romero en un tamaño aproximado de 0,5 cm.
4. En un mortero agregar las hojas de romero y 20 mL de etanol al 96 %.
5. Macerar enérgicamente durante 5 minutos
6. Adicional 50 mL de etanol al 96 %
7. Macerar enérgicamente durante 5 min.
8. Filtrar la muestra macerada usando el embudo y papel filtro, en el tubo de ensayo, con el etanol al 96 % restante realizar un lavado final de la muestra.
9. Almacenar en oscuridad durante una semana.

6. RESULTADOS

Bitácora de laboratorio, cuadro con observaciones (Cuadro 4 3: SD Observaciones Actividad 5 - Semana 1)

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Seguir las indicaciones de la secuencia didáctica Actividad 6 – Semana 1



Secretaría de Educación Distrital
Institución Educativa La Belleza Los Libertadores
 Sede A-B Jornadas mañana y tarde Resolución No. 1821 20 de junio de 2002
 NIT 830079.079.439-0; DANE 111100116008;
 CÓDIGO ICFES: Mañana: 133918 – Tarde: 098590



PROTOCOLO DE LABORATORIO No.	2 (Actividad 2 – Semana 2)
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE HOJAS DE HIERBABUENA
FECHA	13/10/2015

1. PROPÓSITO

- Desarrollar un protocolo de determinación de humedad de hojas de hierbabuena.
- Obtener material vegetal seco para realizar proceso

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Elementos de Protección Personal

- EPP REGLAMENTARIAS.

3. USO Y MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y REACTIVOS

Plancha de calentamiento:

Éste equipo funciona con energía eléctrica y puede calentarse a altas temperaturas, por lo cual constituye un riesgo para el manipulador.

Evite manipular otros equipos o sustancias inflamables cerca del equipo.

Nunca manipular el equipo sin leer el manual o sin las indicaciones del responsable del laboratorio.

Evite derramar líquidos que puedan generar corto circuito en la plancha.

En caso de accidente por quemadura de inmediato aviso al docente y siga los protocolos de emergencia del laboratorio.

4. MATERIALES, REACTIVOS, Y EQUIPOS PARA TODO EL CURSO

MATERIALES	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR GRUPO
HOJAS DE HIERBABUENA 10 g BALANZA DE PRECISIÓN VIDRIO DE RELOJ	CANTIDADES EXISTENTES	CANTIDADES EXISTENTES

5. PROCEDIMIENTO

1. Revisar y ajustar las condiciones del sitio de trabajo según indicaciones del docente.
2. Recibir el material de trabajo.
3. Retirar tallos del material vegetal dejando sólo las hojas de hierbabuena.
4. Medir la masa inicial de la muestra vegetal.
5. Colocar la muestra sobre las plancha de calentamiento.
6. Iniciar el calentamiento ajustando el nivel más bajo de calentamiento.
7. Verificar el secado y registrar observaciones del proceso.
8. Después de 1 hora, suspender el calentamiento.
9. Medir la masa final de la muestra vegetal.

6. RESULTADOS

Bitácora de laboratorio, cuadro con observaciones (Cuadro 4 5: SD Resultados experimentales Actividad 2 - Semana 2)

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Seguir las indicaciones de la secuencia didáctica Actividad 3 – Semana 2



Secretaría de Educación Distrital
 Institución Educativa La Belleza Los Libertadores
 Sede A-B Jornadas mañana y tarde Resolución No. 1821 20 de junio de 2002
 NIT 830079.079.439-0; DANE 111100116008;
 CÓDIGO ICFES: Mañana: 133918 – Tarde: 098590



PROTOCOLO DE LABORATORIO No.	3 (Actividad 6 – Semana 2)
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	MEDICIÓN DE VARIABLES SECADOR SOLAR
FECHA	21/10/2015

1. PROPÓSITO

- Desarrollar un protocolo para secar una muestra de hierbabuena en un secador solar.
- Obtener medidas de temperatura y humedad ambiental en el proceso de secado.

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Elementos de Protección Personal

- EPP REGLAMENTARIAS.

3. USO Y MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y REACTIVOS

Termómetro de mercurio

Éste implemento está elaborado en vidrio por lo que su manipulación requiere cuidado especial para evitar su ruptura, la cual generaría contaminación con mercurio.

Use el termómetro después de ser capacitado para su manipulación y lectura.

No golpee el termómetro con ninguna superficie. No lo sacuda.

En caso de ruptura evite el contacto con el mercurio.

Si se presenta un accidente por lesión (cortadura) lave con abundante agua y consulte al médico.

4. MATERIALES, REACTIVOS, Y EQUIPOS PARA TODO EL CURSO

MATERIALES	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR GRUPO
HOJAS DE HIERBABUENA 300 g BALANZA DE PRECISIÓN TERMÓMETRO ALGODÓN	CANTIDADES EXISTENTES	CANTIDADES EXISTENTES

5. PROCEDIMIENTO

1. Revisar y ajustar las condiciones del sitio de trabajo según indicaciones del docente.
2. Medir la masa inicial de hierbabuena.
3. Colocar la muestra dentro del secador solar.
4. Medir diariamente la temperatura de bulbo seco ambiental dentro del secador.
5. Colocar un trozo de algodón alrededor del bulbo del termómetro, humedecerlo con agua y medir temperatura de bulbo húmedo.
6. Realizar seguimiento durante 5 días.
7. Medir masa final de hojas de hierbabuena.

6. RESULTADOS

Bitácora de laboratorio, cuadro con observaciones (Cuadro 4 6: SD Resultados experimentales de secado Actividad 6 - Semana 2)

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Seguir las indicaciones de la secuencia didáctica Actividad 7 – Semana 2



Secretaría de Educación Distrital
 Institución Educativa La Belleza Los Libertadores
 Sede A-B Jornadas mañana y tarde Resolución No. 1821 20 de junio de 2002
 NIT 830079.079.439-0; DANE 111100116008;
 CÓDIGO ICFES: Mañana: 133918 – Tarde: 098590



PROTOCOLO DE LABORATORIO No.	4 (Actividad 2 – Semana 3)
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL POR ARRASTRE CON VAPOR.
FECHA	

1. PROPÓSITO

- Desarrollar un protocolo para obtener aceite esenia de hierbabuena.
- Identificar los fenómenos fisicoquímicos involucrados en la operación.

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Elementos de Protección Personal

- EPP REGLAMENTARIAS.

3. USO Y MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y REACTIVOS

Material de vidrio: Riesgo de fractura mecánica o por choque térmico. Evite golpear los materiales de vidrio. Cuando el material de vidrio se encuentre caliente, debe dejar enfriar antes de colocarlo sobre superficies frías ya que pueden fracturarse y generar un accidente.
 En caso de cortadura lave con abundante agua y avise al responsable del laboratorio.
 Fuentes de calor: Se usará cómo fuente de calor un mechero Bunsen el cual funciona con gas natural, riesgo por quemadura o fuga de gas. Evite manipular el mechero cuando esté encendido, en caso de quemadura avise inmediatamente al responsable del laboratorio. Si sospecha de fuga de gas, avise inmediatamente al responsable y cierre las válvulas de gas de su sitio de trabajo.

4. MATERIALES, REACTIVOS, Y EQUIPOS PARA TODO EL CURSO

MATERIALES	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR GRUPO
HOJAS DE HIERBABUENA SECAS 2000 g MONTAJE ARRASTRE CON VAPOR (Generador de vapor: olla a presión; almacenador de material vegetal: recipiente plástico; Condensador) PROBETA EMBUDO DE DECANTACIÓN	CANTIDADES EXISTENTES	CANTIDADES EXISTENTES

5. PROCEDIMIENTO

1. Revisar y ajustar las condiciones del sitio de trabajo según indicaciones del docente.
2. Revisar el montaje para arrastre con vapor, debe verificarse que no existen fugas en las conexiones entre recipientes, así como garantizar el aislamiento térmico del almacenador de material vegetal.
3. Cargar material vegetal en el recipiente plástico y cerrarlo verificando las conexiones.
4. Verificar agua de refrigeración el condensador.
5. Iniciar generación de vapor en la olla a presión, verificar permanentemente la no existencia de fugas.
6. Verificar la condensación del vapor producido.
7. Realizar el proceso durante 3 horas.
8. Medir la cantidad de condensado obtenido.
9. Depositar el condensado en un embudo de decantación.

6. RESULTADOS

Bitácora de laboratorio, cuadro con observaciones (Cuadro 4 7: SD Observaciones Actividad 2 - Semana 3)

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Seguir las indicaciones de la secuencia didáctica Actividad 3– Semana 3



Secretaría de Educación Distrital
Institución Educativa La Belleza Los Libertadores
 Sede A-B Jornadas mañana y tarde Resolución No. 1821 20 de junio de 2002
 NIT 830079.079.439-0; DANE 111100116008;
 CÓDIGO ICFES: Mañana: 133918 – Tarde: 098590



PROTOCOLO DE LABORATORIO No.	5 (Actividad 3 – Semana 4)
NOMBRE DE LA PRÁCTICA	SEPARACIÓN ACEITE ESENCIAL CON SOLVENTE ORGÁNICO
FECHA	

1. PROPÓSITO

- Desarrollar un protocolo separar el aceite esenia obtenido.
- Identificar los fenómenos fisicoquímicos involucrados en la operación de extracción líquido – líquido.

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Elementos de Protección Personal

- EPP REGLAMENTARIAS.

3. USO Y MANIPULACIÓN DE EQUIPOS Y REACTIVOS

Acetato de Etilo

El acetato de etilo es un solvente orgánico menos denso que el agua pero inflamable.



GHS02



GHS07

Manejo

Manipular éste reactivo en lugares ventilados usando los elementos de protección personal.

Riesgos

Producto altamente inflamable y volátil.

El vapor irrita ojos, nariz y boca.

Primeros auxilios

Inhalación: Transportar a la víctima a un lugar bien ventilado, proporcionar respiración artificial y oxígeno si no respira, manteniéndola en reposo y abrigada.

Ojos: Lavarlos con grandes cantidades de agua o disolución salina, asegurándose de abrir los párpados.

Piel: Eliminar la ropa contaminada inmediatamente, lavar la piel con agua y jabón.

Ingestión: Lavar la boca con agua y dar a beber agua para diluir, no inducir el vómito.

4. MATERIALES, REACTIVOS, Y EQUIPOS PARA TODO EL CURSO

MATERIALES	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD POR GRUPO
ACETATO DE ETILO MEZCLA ACEITE ESENCIAL-AGUA EMBUDO DE DECANTACIÓN MONTAJE DESTILACIÓN A BAÑO DE MARÍA.	CANTIDADES EXISTENTES	CANTIDADES EXISTENTES

5. PROCEDIMIENTO

1. Revisar y ajustar las condiciones del sitio de trabajo según indicaciones del docente.
2. Adicionar 30 mL de acetato de etilo a la muestra de aceite esencial y agua.
3. Agregar la nueva mezcla a un embudo de decantación.
4. Agitar y dejar reposar hasta obtener dos fases.
5. Recuperar en un balón redondo la fase orgánica.
6. Destilar éste fase orgánica a baño de maría (77°C) para recuperar el acetato de etilo cómo destilado, el fondo es el aceite esencial.
7. Medir volumen y densidad.

6. RESULTADOS

Bitácora de laboratorio, cuadro con observaciones (Cuadro 4 8: SD Observaciones experimentales Actividad 4 - Semana 4)

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Seguir las indicaciones de la secuencia didáctica Actividad 5– Semana4

Bibliografía

- Albarracín Montoya, G. C., & Gallo Palma, S. G. (2003). *Comparación de dos métodos de extracción de aceite esencial utilizando Piper aduncum (Cordoncillo) procedente de la zona cafetera*. Manizales: (Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Química). Universidad Nacional de Colombia.
- Andica Bueno, L. (2015). *La enseñanza-aprendizaje de la química a través de las plantas medicinales*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Angelini, M., Baumgartner, E., Benitez, C., Bulwik, M., Crubellati, R., Landau, L., y otros. (1995). *Temas selectos de química general*. Buenos aires: Eudeba.
- Ascoytia, C. (2008). *Historia de la menta, hierbabuena o yerbabuena*. Obtenido de <http://www.historiacocina.com/es/historia-de-la-menta>.
- Azcuy, L. L., Nápoles, C. E., Infantes, Q. L., Rivero, R. M., & Ramírez, V. R. (2004). Algunas consideraciones acerca de la enseñanza problémica. *Humanidades Médicas* 4(10).
- Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias* 14(3), 365-379.
- Cardona, J. O., & Barrientos, J. C. (2011). Producción, uso y comercialización de especies aromáticas en la región Sumapaz, Cundinamarca. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS*, 5(1), 114-129.
- Castaño, H., Ciro, G., Zapata, J., & Jiménez, S. (2010). Actividad bactericida del extracto etanólico y del aceite esencial de hojas de *Rosmarinus officinalis* L. sobre algunas bacterias de interés alimentario. *Vitae*, 19(2), 149-154.

- Claramunt Vallespí, R. M., Farrán Morales, M. A., & López García, C. (2013). *Química bioorgánica y productos naturales*. España: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Colegio La Belleza Los Libertadores. (2011). *Caracterización Ciclos. Informe Final 2011*. Bogotá: Reorganización curricular por ciclos.
- De Sousa Barrosa, A., De Moraisa, S. M., Travass, P. A., Pinto Vieira, Í. G., Craveiroc, A. A., Oliveira dos Santos, R., y otros. (2015). Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species. *Industrial Crops and Products*(76), 557-564.
- Farkasa, P., Holláb, M., Vaverkovác, S., Stahlovád, B., Tekele, J., & Havráneke, E. (2003). Composition of the Essential Oil from the Flowerheads of *Chamaemelum nobile* (L.) All. (Asteraceae) Cultivated in Slovak Republic. *Journal of Essential Oil Research*, 15(2).
- Ferraro, G., Martino, V., Bandoni, A., & Nadinic, J. (2012). *Fitocosmética: Fitoingredientes y otros productos naturales*. Argentina: Eudeba.
- Fieser, L., & Fieser, M. (1985). *Química Orgánica*. Barcelona: Reverté.
- Franco Rodríguez, V. H. (2012). *Desarrollo de una propuesta de enseñanza que promueva actitudes favorables hacia la química desde el enfoque de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente y el estudio del compuesto a-pineno*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Fundación Celestina Pérez de Almada . (2005). *Guía de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Asunción: UNESCO Montevideo - Educación MERCOSUR.
- García García, J. J. (2012). Pedagogía crítica y enseñanza problémica: una propuesta didáctica de formación política. *Unipluriversidad*, 12(1), 73-85.

- Gonzalez Villa, A. A. (2004). *OBTENCIÓN DE ACEITES ESENCIALES Y EXTRACTOS ETANOLICOS DE PLANTAS DEL AMAZONAS*. Manizalez: (Trabajo final Ingeniería Química). Universidad Nacional de Colombia.
- Guanche, A. (2005). La enseñanza problémica de las ciencias naturales. *Revista Iberoamericana de Educación* 36(6).
- Lagarto, A., Tillan, J., & Cabrera, Y. (Marzo-Agosto de 1997). Toxicidad aguda oral del extracto fluido de *Mentha spicata* L. (hierbabuena) . *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 2(2), 6-8.
- Loring Palacios, J. M. (1993). Aportación de los destiladeros de El Escorial a la fabricación de quintaesencias: materia vegetal empleada en dichas técnicas y un tratado anónimo de destilación (s. XVI) en el ámbito escorialense. *La ciencia en el Monasterio del Escorial: actas del Simposium*, 1-4(9), 585-616.
- Marcilla Gomis, A. (1998). *Introducción a las operaciones de separación. Cálculo por etapas del equilibrio*. Publicaciones Universidad de Alicante.
- Marin Quintero, M. (Enero-Junio de 2010). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas. *Revista EDUCyT*, 1, 37-52.
- Martínez, J., López, F., Araya, S., Mendoza, L., & Quintanilla, L. (Septiembre de 2006). Plantas medicinales: una propuesta de enseñanza de química orgánica a través de un enfoque didáctico para su comprensión. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 5(5), 100 - 106.
- Merino, J., & Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 630-648.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (1998). Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Serie Lineamientos Curriculares*, 53-57.
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2004). Formar en ciencias: ¡El desafío! Lo que necesitamos saber y saber hacer. Estándares básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. *Serie Guías No 7*, 12-24.

- Molina Caballero, M. F., Farías Camero, D. M., & Casas Mateus, J. A. (2006). El trabajo experimental en los cursos de química básica. *Investigación e innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 51-59.
- Mora, C. (Agosto de 2005). Enseñanza problémica de la física. *Revista Electrónica Sinéctica*(27), 24-33.
- Negrete Soler, E. C. (2012). *Diseño y elaboración de un objeto virtual de aprendizaje para el conocimiento del mentol, un terpeno presente en la yerbabuena, y sus aplicaciones a la vida diaria*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ortuño Sanchez, M. (2006). *Manual práctico de aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Aiyana.
- Pairó, N. (2015). Redefinir y resignificar la historia de la alquimia: Marie Meurdrac. *Enseñanza de las Ciencias* 33(1), 225-239.
- Palá Paúl, J. (2002). *Contribución al conocimiento de los aceites esenciales del género "eryngium" L, en la península Ibérica*. Madrid: Universidad de Complutense.
- Peredo, H., Palou, E., & López, A. (2009). Aceites esenciales: Métodos de extracción. *Temas selectos de ingeniería de alimentos*, 3(1), 24-32.
- Pérez Herrera, A., & Sálas Colorado, R. (2006). *Cosntrucción de un secador de charolas gitatorio y su valoración con Ajo (Allium sativum L.)*. Oaxaca: (Tesis de Ingeniero de Alimentos). Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Piatti, C. (2008). La enseñanza de las ciencias como necesidad de supervivencia: Reflexiones hacia una pedagogía crítica para la sustentabilidad. En G. Moacir, G. M. Victoria, M. Jason, & F. d. Anderson, *Paulo Freire. Contribuciones para la pedagogía* (págs. 293-311). Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Pino, O., Sánchez, Y., Rojas, M., Abreu, Y., Correa, T., Martínez, D., y otros. (2014). Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de *Ruta chalepensis* L. *Revista de Protección Vegetal*, 29(3), 220-225.

- Raut, J., & Karuppayil, S. (2014). A status review on the medicinal properties of essential oils. *Crops and Products* , 250-264.
- Riveros, M., Mayor, A., Madiedo, O., & Umaña, E. (1999). Antecedentes, Aparición y Ejercicio Profesional de la Ingeniería Química en Colombia. *Revista Ingeniería e Investigación* 44.
- Rodríguez , S., & Elvia, N. (Enero de 2011). Uso de agentes antimicrobianos naturales en la conservación de frutas y hortalizas. *Ra Ximhai*, 7(1), 153-170.
- Roman, J. O. (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*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Santos Carrillo, M. A. (2006). *Evaluación del rendimiento de aceite esencial de Hinojo (Foeniculum vulgare Miller) procedente de dos niveles altitudinales de Guatemala*. Guatemala: (trabajo de grado de Ingeniero Químico). Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Secretaria de Educación del Distrito. (2010). Evaluación y didáctica de las Ciencias Naturales. *3a Serie Orientaciones para la Evaluación.*, 7-15.
- Severns, W. H., Degler, H. E., & Miles, J. C. (1974). *Energía mediante vapor, aire o gas*. Barcelona: Reverté.
- Stanshenko, E. (2009). Aceites esenciales. *División de Publicaciones UIS*. Santander.
- Tamayo, Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica* (Cuarta ed.). México: Limusa.
- Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J., & García Fraile , J. A. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias*. México: Pearson-Prentice Hall.

Torres Salas, M. I. (Enero-Junio de 2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. (U. Nacional, Ed.) *Revista electrónica Educare, XIV(1)*, 131-142.

Valiente, A. (1995). Historia de la destilación. *Educación Química 7(2)*.

Vázquez López, D., & Rodríguez Cruz, J. C. (Enero-Marzo de 2014). Potencialidades de la Educación Popular comunitaria para la educación ambiental. *Ciencia en su PC(1)*, 101-113.

Velasco Maillo, S., & Fernández Pineda, C. (Julio-Septiembre de 2005). Notas históricas: Un paseo por la historia de la termometría. *Revista Española de Física*, 46-56.