



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

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

Edith Constanza Negrete Soler

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Bogotá
Bogotá, Colombia
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

Edith Constanza Negrete Soler

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:

Ph.D. Dra. Ciencias-Química. Química Farmacéutica
Mary Trujillo González

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias, Bogotá

Bogotá, Colombia

2012

A todo el conocimiento y su creador.

A las personas que han discernido tanta maravilla y perfección, para hacerla racional y comprensible a todos los hombres

A mis padres por el apoyo espiritual y la noble intención de ayudarme a hacer realidad mis proyectos

Agradecimientos

A los profesores de la maestría por su sabiduría y calidez, que hablan de sus cualidades como personas y académicos, un eterno agradecimiento por aportar a la investigación y educación colombiana.

A mis pares académicos por compartir y retroalimentar la búsqueda y construcción del conocimiento.

A mis queridos estudiantes por expresarme su interés, entusiasmo y el deseo de ser cada día mejores personas.

Resumen

La finalidad de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela es el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, que aproximen al estudiante a la comprensión de fenómenos naturales, por ello es importante hacer una aproximación conceptual. En este trabajo se diseña un Objeto Virtual de Aprendizaje OVA, que expone sistemáticamente la relación que existe entre los conceptos: planta medicinal aromática, compuesto químico orgánico mentol y metabolito secundario y sus múltiples aplicaciones en la vida diaria, contribuyendo de esta manera a facilitar en el estudiante de básica secundaria el establecimiento del mayor número de relaciones conceptuales; teniendo en cuenta que en el Colegio INEM Francisco de Paula Santander, existe la huerta escolar y un cultivo de plantas aromáticas medicinales, se utilizará este contexto para generar el interés hacia la importancia de las ciencias naturales en la sociedad.

Palabras Claves: Aceite esencial, terpeno, metabolito secundario, mentol, yerbabuena, objeto virtual de aprendizaje

Abstract

The purpose of natural science education in school is to develop scientific thinking skills in order for the student to get closer to understanding natural phenomena, so it is important to make a conceptual approach. This paper designs a Virtual Learning Object OVA, which exposes systematically the relationship between the concepts of aromatic herb, organic chemical compound menthol and secondary metabolite and its many applications

in everyday life, thus helping to facilitate basic secondary student the establishment of more conceptual relations, taking into account that in the College INEM Francisco de Paula Santander, there is a school garden and growing medicinal herbs, this context is used to generate interest in the importance natural science in society.

Keywords: Essential oil, terpene, secondary metabolite, menthol, peppermint, virtual learning object

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras.....	XI
Lista de tablas	XII
Introducción	1
1. Contexto Institucional	3
1.1 Reseña Histórica del Colegio INEM ``Francisco de Paula Santander.....	3
1.2 La misión, visión y principios.	6
1.3 Aspectos académicos de la institución educativa.....	7
2. Historia y epistemología del mentol y sus aplicaciones.....	11
2.1 Aceite esencial.....	11
2.2 El mentol.....	12
3. Fundamentación disciplinar	17
3.1 Aceites esenciales	17
3.1.1 Otras propiedades de los aceites esenciales.....	18
3.1.2 Localización de los aceites esenciales en las plantas	18
3.1.3 Extracción e Identificación de los aceites esenciales.	19
3.2 Biología de la Mentha sp.	20
3.2.1 Taxonomía	20
3.2.2 Importancia morfológica de las hojas de Mentha sp.....	21
3.3 Terpenos o terpenoides.....	24
3.4 Biosíntesis de los terpenos o terpenoides	26
3.5 Ruta general de la biosíntesis de los monoterpenos.	27
3.5.1 Función biológica de los monoterpenos.....	29
3.6 Ruta biosintética del mentol.....	30
3.7 Síntesis química del mentol	31
3.7.1 Composición química del aceite esencial de menta	33
3.8 Estructura química del mentol	34
3.9 Aplicaciones.....	35
4. PROPUESTA DIDACTICA.....	38
4.1 La didáctica.....	38

4.2	El ambiente de aprendizaje	39
4.3	La ciencia escolar	40
4.4	Innovación	41
4.5	Objeto Virtual de aprendizaje –OVA-	42
4.5.1	OVA como recurso didáctico	43
4.5.2	Descripción del OVA: El mentol presente en la yerbabuena	44
En la interacción con el OVA se hace necesario revisar el Anexo en CD.....		48
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	50
5.1	Conclusiones	50

Lista de figuras

Figura 3-1: Tricoma de la hierbabuena. Palá (2002)	22
Figura 3-2: Diversidad de tricomas glandulares en <i>Mentha</i> sp. (Obsérvense las células secretoras punteadas y células peribasales). (Bonzani et al., 2007).....	23
Figura 3-3: Hidrólisis asimétrica de acetato de mentil para obtener mentol puro.	24
Figura 3-4: Unidad de Isopreno.	25
Figura 3-5: Fórmula estructural del mentol	26
Figura 3-6: Algunos monoterpenos componentes de la esencia de <i>Mentha</i> sp	26
Figura 3-7: Síntesis de terpenos. (García et al., 2009)	27
Figura 3-8: Conversión de acetil Co-A en ácido mevalónico. Enzimas: 1. acetoacetil tiolasa CoA, 2. HMG Co A sintasa, 3. Inhibidores de la HMG-Co A reductasa. Bramley (1997).....	28
Figura 3-9: Metabolismo del ácido mevalónico en isopentenil pirofosfato. Enzimas: 1.MVA-quinasa, 2. Mevalonato-5-fosfato quinasa, 3. Mevalonato-5-difosfato descarboxilasa. Mc, Murry (2004)	29
Figura 3-10: Etapas biosintéticas de los principales componentes de la esencia de menta. Clark y Col. (1980) citado por Bandoni (2002).....	31
Figura 3-11: Síntesis del mentol a partir de β -pineno.	32
Figura 3-12: Síntesis de l-mentol desde m-cresol. Peter H. van der Schaft (1997).....	33
Figura 3-13: Isómeros del mentol.	34

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1: Clasificación de los terpenos Mc Murry (2004).....	27

Introducción

En los estándares de competencias para la enseñanza básica de las ciencias naturales se presenta en los grados de octavo a noveno temas relacionados con metabolismo, genética, ecología, biotecnología y química orgánica, entre otros, para que el estudiante se aproxime al conocimiento científico-tecnológico y desarrolle compromisos personales y sociales, a través de la realización de procesos de pensamiento y toma de decisiones

Basado en los anteriores lineamientos, se observa que el desarrollo del pensamiento científico en la escuela, se convierte en la herramienta clave para desempeñarse con éxito en un mundo directamente influenciado por la ciencia y la tecnología. Es importante reconocer la participación de diversas habilidades de pensamiento que se deben estimular en el proceso de formación de un estudiante, las cuales se encuentran mediadas por la intervención de elementos como: la imaginación, la crítica científica, la comprensión, la motivación, la observación objetiva y la experimentación, como se expresa en los lineamientos curriculares. Todo lo anterior hace parte de un sistema complejo como es la enseñanza de las ciencias naturales.

Por esta razón, es importante, acercar al estudiante de básica secundaria a la comprensión de ciertos conceptos básicos para ser utilizados en su cotidianidad, una manera de lograrlo es a través del *establecimiento del mayor número de relaciones*, conseguido mediante la utilización de un *objeto de aprendizaje* que le permita llevar un proceso de comparación entre un evento conocido con otro nuevo, interpretar información, construir modelos mentales que expliquen el fenómeno y realizar analogías mediante la predicción y establecimiento de hipótesis. De esta manera, el estudiante puede dar cuenta de su conocimiento cuando reconoce y comprende su entorno, contribuyéndole a ampliar la visión del mundo; uno de los fines y el deber ser de la enseñanza de las ciencias naturales.

Tal es el caso del concepto *compuesto químico orgánico* que a pesar de su aplicación en diferentes situaciones de la vida diaria, y partiendo de la experiencia del aula de

profesores de ciencias, no se observa como un referente común por los estudiantes en sus construcciones teóricas, de modo que el establecimiento de relaciones en sus argumentaciones frente a la comprensión de algunos fenómenos naturales es escaso.

Teniendo en cuenta que en el Colegio INEM Francisco de Paula Santander, existe la huerta escolar y un cultivo de plantas aromáticas medicinales, se utilizará este medio para generar el interés hacia la importancia de las ciencias naturales, en particular el estudio de la química. Por tal motivo se ha escogido como modelo biológico, la Yerbabuena común, planta del género *Mentha*, dada sus propiedades medicinales y la familiaridad de esta especie con la población escolar por sus características aromáticas u organolépticas, que son debidas a la presencia de compuestos químicos orgánicos, llamados metabolitos secundarios.

Con el propósito *de hacer asequible la comprensión y orientar un ambiente con distintas formas de presentar el saber para el aprendizaje*, se realizará la revisión histórica, epistemológica y conceptual del compuesto químico mentol y sus aplicaciones y se implementará como estrategia didáctica para estudiantes de grado octavo y noveno, el diseño de un Objeto Virtual de Aprendizaje OVA, para el conocimiento del mentol, presente en la yerbabuena. La finalidad de la estrategia es exponer sistemáticamente la relación que existe entre los conceptos: planta medicinal aromática, compuesto químico orgánico mentol y metabolito secundario, como también, sus múltiples aplicaciones en la vida diaria, contribuyendo de esta manera a facilitar en el estudiante el establecimiento del mayor número de relaciones conceptuales.

1.Contexto Institucional

La presente propuesta está dirigida a estudiantes de básica secundaria del Colegio INEM Francisco de Paula Santander, teniendo en cuenta que se desarrollan proyectos de aula, existe una huerta escolar con un cultivo de plantas aromáticas medicinales y es una escuela abierta hacia a los procesos que mejoran la enseñanza de las ciencias naturales.

1.1 Reseña Histórica del Colegio INEM ``Francisco de Paula Santander¹

La idea de los institutos de la educación media diversificada I.N.E.M surgió en la conferencia de ministros de educación celebrada en la ciudad de lima (Perú) en 1958,

¹ Toda la información expresa en el capítulo 1 es tomada de documentos del Colegio INEM Francisco de Paula Santander, como: 1. El P.E.I. "Construcción y fomento permanente de valores para el desarrollo humano". 2. La educación media diversificada: una alternativa de formación pertinente y de calidad para el siglo XXI. 3. Manual de convivencia. 4. Plan de estudios.

como una recomendación de la UNESCO para atender a las necesidades socioeconómicas y culturales de los países en vía de desarrollo. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia acogió de manera especial esta iniciativa e inició los estudios necesarios para ejecutarla como proyecto de inmediato plazo, con la asesoría de la UNESCO y la AID, bajo la dirección técnica del departamento de planeación nacional.

El proyecto fue presentado a los organismos internacionales de crédito hasta llegar a un convenio de creación de una oficina con responsabilidades recíprocas entre la UNESCO, la AID y el gobierno colombiano, denominada oficina administrativa de programas educativos conjunto con la OAPEC. De 1967 a 1968 la OAPEC tuvo a su cargo la ejecución de este programa que comprendía la construcción y dotación de diez institutos y la capacitación del personal encargado de los programas. A la terminación del convenio internacional, el gobierno colombiano creó un establecimiento público denominado Instituto Colombiano de Construcciones Escolares ICCE, encargado de atender las actividades que corresponde a la OAPEC y a las demás del sector educativo relacionadas con las construcciones escolares. Como una medida transitoria para continuar con la política utilizada por la OAPEC, se asignó al gerente del ICCE la responsabilidad de administrar el proyecto INEM.

La institucionalidad de la educación media diversificada fue ordenada por el decreto 1962 de noviembre 1969 y a comienzos de 1970 se inició el funcionamiento de los primeros institutos. El INEM "FRANCISCO DE PAULA SANTANDER", ubicado en ciudad de Kennedy, de Bogotá inició labores el 6 de abril de 1970. En 1976 la administración de los INEM pasó directamente al Ministerio de Educación Nacional bajo la responsabilidad de la división especial de enseñanza media diversificada y a partir de 1992, este INEM fue adscrito a la Secretaría de Educación del Distrito Capital de Bogotá junto con los demás planteles nacionales de la capital del país.

Actualmente funcionan en el territorio nacional veintidós INEM, dos de los cuales están situados en Bogotá y el resto en las diferentes capitales del departamento. La IED "INEM FRANCISCO DE PAULA SANTANDER" en sus 42 años de existencia y servicio a la comunidad, ha sido dirigido por 12 rectores. A partir de 1974, ha entregado a la sociedad colombiana promociones de bachilleres, con un promedio de setecientos por cada año.

Con orgullo la institución cuenta con egresados que sobresalen en los campos de la industria, la administración empresarial, la investigación científica y la política. Condecoraciones, medallas, trofeos y reconocimientos ha cosechado la institución a través de su banda experimental, el grupo de danza, el grupo de taekwondo, el grupo de robótica, el grupo de astronomía, el grupo ambiental. Nuestra institución se encuentra comprometida en dar plena aplicación a la ley general de la educación, al plan decenal, el plan de desarrollo, el plan sectorial y en poner en marcha su proyecto educativo institucional *PEI "Construcción y fomento permanente de valores para el desarrollo humano"*.

Mediante resolución No. 2377 del 14 de agosto de 2002, emanada de la Secretaría de Educación del Distrito Capital, se integran el INEM "FRANCISCO DE PAULA SANTANDER" y el CED Casablanca, garantizándole así la continuidad y cobertura en los niveles preescolar, básica y media, denominado IED INEM "FRANCISCO DE PAULA SANTANDER". Mediante resolución 480 del 20 de febrero de 2008 la Secretaría de Educación de Bogotá, establece las condiciones para el funcionamiento de las instituciones de educación media y superior como programa experimental del Distrito Capital y por resolución 3750 del 19 de septiembre de 2008 el colegio INEM "FRANCISCO DE PAULA SANTANDER" fue incorporado a los programas de articulación con la educación superior técnica, tecnológica y profesional.

En 1961, el presidente de los Estados Unidos John E Kennedy visitó nuestro país y junto con el entonces presidente de Colombia, Alberto Lleras Camargo, lanza el ambicioso proyecto de vivienda "Techo", con el auspicio del programa "La Alianza para el progreso". En el diseño de este proyecto de vivienda se usó el concepto de supermanzanas con una capacidad de 500 a 1500 viviendas, agrupadas en edificios multifamiliares o casas particulares. Desde entonces, el desarrollo de la localidad tomó tales proporciones que se convirtió en una ciudad dentro de la ciudad. Con el asesinato del presidente Kennedy, en 1963, los pobladores del ya popular barrio de Techo, decidieron llamar a la localidad Ciudad de Kennedy. El Consejo de Bogotá ratificó dicho nombre para la localidad en 1967.

1.2 La misión, visión y principios.

La misión del colegio se cimenta desde los niveles de formación: preescolar, básica y media, y se proyecta como una institución competente, abierta y flexible que estimula el desarrollo de talentos. Fortalece el interés de la comunidad por el desarrollo científico, tecnológico y social con un enfoque diversificado, contribuyendo a lograr una sociedad justa, pluralista, participativa y democrática.

La visión del plantel educativo se configura en promocionar ciudadanos integrales, con una visión holística del mundo; líderes con capacidad de enfrentar los retos de su generación; capaces de contribuir a implementar la sociedad propuesta en nuestra constitución nacional.

Entre los principios que regulan y orientan la institución se contemplan:

Principios legislativos: La legislación nacional busca garantizar el acceso universal y a los códigos de postmodernidad, impulsando la creatividad, la investigación, la innovación para la productividad y la competitividad.

Principios sociológicos: La educación está al servicio de los seres humanos para el desarrollo social. La participación hace parte de la toma de decisiones a través del quehacer colectivo con el fin de mantener, reformar y transformar los sistemas vigentes. La educación en el INEM Francisco de Paula Santander promueve la participación, la convivencia, la democracia, el pluralismo, la justicia y la equidad, sin que medien consideraciones ideológicas, del credo, sexo, raza, condición económica, social o política.

Principios antropológicos: El ser humano, centro y fin del universo, sujeto activo de la transformación singular, consciente de sí mismo, se relaciona con los demás y está en permanente contacto con sus semejantes mediante un diálogo creativo, con sentimientos positivos y valorativos. Es un ser social que necesita de los demás para lograr su autorrealización, pero a la vez es un ser individual único e irrepetible. Es un ser histórico, en proceso permanente de creación y cambio, como también trascendental por su espiritualidad en continua evolución.

Principios epistemológicos: El conocimiento como un sistema de representaciones que el sujeto ha creado sobre la realidad y expresado en forma de conceptos, es construcción interior del hombre, a partir de su interacción social, lo que hace que no sea de ninguna forma absoluto.

Principios psicológicos: El individuo atraviesa por diferentes etapas del desarrollo psicobiológico, que deben tenerse en cuenta en el proceso educativo. Las dimensiones socio afectivas y valorativas, como las cognitivas y psicomotrices se dan en forma integrada en el ser humano convirtiéndose en la base para la estructuración de personalidades sólidas.

Principios pedagógicos: El educador del INEM como amigo, guía y orientador del estudiante en su constante comprensión y afecto, incide en el pleno e integral desarrollo de sus capacidades. La sensibilidad del educador, la motivación, el interés, la disposición son variables pedagógicas que permiten articular lo cognitivo con lo afectivo y lo social, estimulando la construcción del conocimiento como proceso interno que debe realizar el sujeto. La construcción del conocimiento del estudiante se logra gracias a la interacción del individuo con su entorno. La pedagogía debe emplear modelos de comunicación alternativos a la transmisión lineal de información, que favorezcan el desarrollo del pensamiento.

Principios transdisciplinarios: La correlación e interrelación del conocimiento, logra elementos transdisciplinarios que aseguran la pluralidad, la globalización y la integración curricular.

Principios de diversificación: La diversificación base del desarrollo total del individuo donde se combina la teoría con la práctica y la cultura, para que el estudiante se desarrolle como una persona competente y multivalente en el mundo de la vida.

1.3 Aspectos académicos de la institución educativa.

La percepción del desarrollo de los objetivos misionales es aceptable, lo que perfila una visión exigente del despliegue de los propósitos misionales, algo que resulta oportuno al momento de consolidar la comunidad académica a través de trabajo de investigación en

equipo por parte de profesores y estudiantes. En este aspecto se destaca que la orientación institucional cuenta con un importante acumulado de experiencias académico-culturales, sin embargo requiere de un trabajo sistemático de la comunidad académica para aprovechar esta característica en una perspectiva de desarrollo y cambio institucional. Los medios de divulgación con que cuenta el colegio son la página WEB, emisora, boletín informativo semanal y revista del Departamento de humanidades.

Los recursos físicos de la institución son adecuados para un modelo de Educación Media Diversificada. La valoración que hacen los docentes, directivos y el estudiantado del estado de los salones, los laboratorios, los espacios deportivos y culturales es que son aceptables, de acuerdo a condiciones básicas requeridas para este tipo de actividades.

Las características del cuerpo docente y directivo son apropiadas para la implementación y el mejoramiento de la educación media. De una parte cuentan con amplia experiencia docente y directiva, hay estabilidad docente y el 90% está por encima de la categoría 10 del escalafón docente. Sin embargo, el nivel de estudios de postgrado requiere ampliarse, toda vez que el 33% ha culminado estudios de especialización o maestría. Así mismo, hay un grupo significativo de docentes con experiencia en educación superior, técnica y universitaria, que se constituiría en un punto importante para la extensión de sus experiencias en el fortalecimiento de la Educación Media.

La administración y gestión institucional cuenta con un adecuado funcionamiento del gobierno escolar, el cual con la participación de la comunidad docente, realiza un trabajo en equipo sobresaliente en diversas áreas, entre las que se destacan las actividades de extensión en la localidad y en el sector empresarial. La Institución posee vínculos con organizaciones públicas y privadas, como parte de sus actividades académicas, y como efecto de las políticas de extensión de otras entidades educativas.

1.3.1 La educación media diversificada

Como se señaló anteriormente este INEM hace parte de un amplio proyecto de Educación Media Diversificada. En los grados 10 y 11 ofrece diferentes modalidades de carácter técnico y de carácter académico que se corresponden con los ámbitos de: Ciencia, tecnología y Gestión ambiental; Ciencias humanas; Artística y Desarrollo

Corporal; Administración y Negocios; y Ciencias de la Salud. Cuenta con cerca de 26 mil egresados desde 1974, y actualmente con 7.721 estudiantes, de los cuales 2.336 jóvenes están en el nivel de educación Media. Las características culturales del estudiantado de Educación Media, permiten ver la necesidad de ampliar y profundizar las posibilidades de mejorar su nivel educativo y continuar con estudios superiores. Su grado de visita a museos y teatros es *deficiente*, la asistencia a conciertos, visita a bibliotecas y a teatro *muy Insuficiente*, y la frecuencia con que hacen uso de Internet *un poco aceptable*. En la actualidad, el nivel de las pruebas e ICFES se encuentra en nivel *alto*.

1.3.2 La formación básica secundaria.

Esta etapa de la formación de sexto a noveno grado, está enmarcada en la Ley General de Educación y responde a los fines, propósitos y objetivos previstos para este nivel educativo. Se encuentra estructurada con base en seis dimensiones: comunicativa, cognitiva, estética, ética-actitudinal, valorativa, corporal y tecnológica. El propósito es el desarrollo de las competencias científico-técnicas, comunicativa-hermenéutica valorativas y las competencias básicas. La exploración vocacional es una etapa fundamental en el currículo *INEMITA*, los estudiantes de octavo-noveno asisten a una asignatura denominada ambientes de modalidad lo que le permite explorar las temáticas y conocer de una manera general lo que sería su proyección como egresado del *INEM* en cualquiera de los ámbitos de formación ofrecidos por la institución.

El estudiante *INEMITA* cuando culmina su grado noveno tiene la posibilidad de elegir una modalidad entre las siguientes: *Media académica*: Humanidades, artística, Ciencias y Matemáticas, Ciencias de la salud y Educación comunitaria. *Media técnica*: Gestión ambiental, Diseño industrial, Mecánica Automotriz, Metalmecánica, Construcciones Civiles, Electricidad y Electrónica, Contabilidad y Finanzas, Asistente en análisis de la Información, Química Industrial.

2. Historia y epistemología del mentol y sus aplicaciones.

Desde las antiguas culturas hasta las contemporáneas se han caracterizado por el uso de las plantas medicinales, representativas por sus características aromáticas u organolépticas, que son debidas a la presencia de compuestos químicos orgánicos, llamados metabolitos secundarios, de gran importancia para el ser humano desde el conocimiento común y el conocimiento científico. A partir de este marco de referencia se hacen algunas anotaciones sobre la historia y epistemología del compuesto.

2.1 Aceite esencial

En primer lugar, aludiendo al concepto de aceite esencial, en la literatura se dice que han sido muy utilizados desde la antigüedad por la misma necesidad del ser humano de relacionarse con su entorno: *“Desde que el homo sapiens discriminó el alimento del tóxico, el aire limpio del contaminado, o reconoció las virtudes del aroma de una flor o un fruto, comenzó a familiarizarse con gustos y olores que determinaron su hábitat, su comportamiento, sus costumbres, sus medicinas, hasta sus placeres y sus vicios, hasta su recuerdo y sus deseos. La vida era para él, entre otras cosas, una experiencia que se generaba desde el olfato y el paladar. Desde entonces, su memoria se enriqueció con sabores y olores, y fueron formando parte de su cultura y de su idiosincrasia...”* Bandoni (2002).

El aceite esencial es una mezcla de compuestos, producidos en la biosíntesis de metabolitos secundarios de las plantas, que hace parte del metabolismo primario del

carbono. Las sustancias que lo conforman son de distinta naturaleza química y no tienen una función directa en los procesos principales de las plantas como respiración, transporte de solutos o síntesis de biomoléculas, pero cumplen funciones ecológicas como protección frente a depredadores, atracción de polinizadores, o actúan como pesticidas naturales, (García et al., 2009). Estas mezclas formadas por compuestos de estructura química y propiedades organolépticas diferentes han sido aprovechadas por la humanidad según sea el tipo de relación que ella establezca con las plantas, dependiendo de las necesidades y el grado de conocimiento que se tenga al respecto.

2.2 El mentol

Se ha documentado que los antiguos egipcios, griegos y romanos emplearon la menta como elemento antimicrobiano y saborizante de alimentos; en la edad media se utilizaron las hojas de la menta para blanquear los dientes (Kumar et al., 2011). En el siglo XII, en Islandia se conocieron farmacopeas o libros donde se describían las propiedades medicinales, preparaciones y usos de las mentas, como también el cultivo de ellas en la Dinastía china, por sus propiedades medicinales y de aromoterapia.

A finales del S. XVII John Ray, considerado el padre de la historia natural británica, publicó en 1696 la segunda edición de su sinopsis *Stirpium Britannicorum*, en cuyo herbario aparecen ejemplares de menta. Hacia 1721 la *Mentha piperita* L. fue reconocida en la farmacopea como *Mentha piperita* sapor por sus propiedades medicinales, y en la mitad del siglo XVIII en Europa se generalizó su uso medicinal para náuseas, vómito y trastorno gastrointestinal (Kumar, et al. 2011).

En el Imperio Romano 400 a C, se usaron las flores de plantas frescas de Piretro para sanar de piojos las cabezas de los niños; esto incentivó tanto al saber popular como a la ciencia hacia la búsqueda de otras plantas aromáticas con fines insecticidas. Después de la segunda guerra mundial, entra en auge al uso de insecticidas botánicos y a partir de este momento se han reportado usos insecticidas de la menta, en el control de hormigas, mosquitos, avispas, avispones y cucarachas. Worwood (1993), citado por (Kumar et al., 2011).

Desde la época de los griegos, hasta el comienzo del siglo XVIII existió el pensamiento vitalista en la humanidad, donde claramente había una distinción en el mundo inorgánico y orgánico. Se abre un camino para el campo del estudio de la química de los seres vivos, a partir del trabajo de Friedrich Whöhler que en 1828 sintetiza urea (compuesto orgánico) a partir de cianato de amonio (compuesto inorgánico), ello desencadena para los químicos de la época una fuente de indagación la composición de la materia orgánica, con la esperanza de encontrar nuevos fármacos, síntesis de colorantes o tintes y creación de productos a partir de fuentes naturales. La comprensión de estas reacciones químicas de síntesis orgánicas contribuyeron al desarrollo de la química del siglo XIX, donde se constituyó la química estructural, la química orgánica, la química farmacéutica y la química industrial. En la actualidad estas disciplinas dominan un amplio campo de aplicación transdisciplinar en la investigación, educación, industria, salud y ambiente.

Hacia finales del S XIX y comienzo del S. XX periodo influenciado por las consecuencias de las guerras mundiales se observa la necesidad de que las naciones creen sus propios laboratorios para el conocimiento de sustancias químicas, ello contribuyó al desarrollo de la química moderna. Se extrajeron una amplia variedad de compuestos naturales de la fuente, que fueron sintetizados inicialmente en cabeza de dos grandes químicos Leopold Stephen Ruzicka (1887 - 1976) de origen croata, y Tadeus Reichstein (1897 – 1996) de procedencia polaca, cuyos aportes fueron el análisis estructural y síntesis de algunos componentes de los aceites esenciales como los terpenos o isoprenos, principales constituyentes de aceites obtenidos de tejidos o fluidos vegetales. Todas las aplicaciones que realizaron los científicos con los terpenos impulsaron la industria de los perfumes, que llevó a utilizar también el mentol en la industria no solo cosmética sino en la creación y el mejoramiento de productos medicinales como el Vick Vaporub, Ben gay y listerine, productos contemporáneos de la época. Pero lo fundamental radicó en que se sentaron las bases sobre el conocimiento de la química de los terpenos.

Hacia el año 1906, siglo XX, el botánico ruso Mikhail Tswett, utilizo por primera vez una técnica cromatográfica para separar pigmentos coloreados de las hojas de las plantas (Olguín et al., 2004), a partir de él otros botánicos rusos y químicos continúan utilizando y mejorando la técnica de purificación y descripción de sustancias producidas por el metabolismo primario y secundario de las plantas. Hacia 1930, algunos químicos

orgánicos empezaron a elaborar teorías de las rutas biosintéticas de productos naturales (Dpto. de química, Facultad de ciencias. U. de Granada. 2004)

El desarrollo de técnicas cromatográficas y espectrográficas han permitido una comprensión general de la estructura, biosíntesis y propiedades de los terpenoides; el Instituto Británico Real de Química, en unos informes periódicos especializados de terpenos y esteroides publican continuamente nuevos tipos de estas sustancias encontradas, hasta 1991 se reportaban 22000 terpenos. Bramley (1997).

En 1922 Leopold Ruzicka propuso la *regla del isopreno* que supuso que los distintos terpenos estaban constituidos por moléculas del isopreno (C_5H_8), esta regla del isopreno fue ampliada mas tarde en el sentido que no solo se producen adiciones de moléculas de isopreno, en los terpenos, sino que pueden ocurrir transposiciones. Hoy se sabe por recientes investigaciones que en la formación de terpenos funciona como unidad del isopreno el ácido mevalónico o el difosfato de isopentenilo. (Beyer et al., 1986), que también se llama pirofosfato de isopentenilo (IPP) y se biosintetiza por dos rutas diferentes: La ruta del mevalonato y la ruta de la desoxixiulosa. McMurry (2004). En la formación de terpenos hay reordenamiento, pérdida o adición de átomos de carbono Bramley (1997).

Los terpenos que se encuentran en la naturaleza cuya investigación se debe principalmente a Wallace, Baeyer, Semmler y Tiemann, se pueden clasificar en hidrocarburos, alcoholes, éteres, aldehídos y cetonas de acuerdo con los grupos funcionales presentes en su estructura (Beyer et al., 1986), ello indica la gran variedad de los terpenos. En el caso del Mentol, es un monoterpeno, alcohol secundario saturado y entre otras características fotoestable.

Los componentes de los aceites esenciales están ganando un marcado interés en la actualidad, por ser seguros para el ambiente al biodegradarse rápidamente y aparentemente no causar daño en la salud, (Kumar et al., 2011). La fuente natural del mentol, proviene de los aceites esenciales de las plantas de la familia Lamiaceae (mentas labiadas), del género *Mentha* y las especies cultivadas para tal fin se incluyen: *Mentha piperita*, *Mentha arvensis*, *Mentha spicata* L. y *Mentha vireidis* L. Heck (2010). El mentol, por su agradable sabor a menta y la sensación refrescante se utiliza en la industria aromatizante, en las preparaciones tópicas terapéuticas, en los productos de

higiene y dentífricos, en la industria del tabaco. Los principales productores del mentol sintético o natural históricamente han sido los Estados Unidos, Japón, Taiwán y Brasil, recientemente China e India están ocupando los primeros lugares en su producción. Heck (2010).

3. Fundamentación disciplinar

El mentol es una sustancia orgánica producida por el metabolismo secundario de las plantas del género *Mentha*, siendo un componente principal del aceite esencial. Según la estructura química, el mentol se clasifica dentro de los compuestos denominados terpenos y tiene varias aplicaciones. En el capítulo se desarrollan los conceptos básicos que fundamentan la estrategia didáctica a implementar.

3.1 Aceites esenciales

El conocimiento sobre los aceites esenciales es importante en la actualidad, pues ha permitido el desarrollo de la industria de los productos naturales.

Montoya (2010) en su libro *Aceites Esenciales* destaca la importancia de algunas propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales, como las siguientes: “El producto exclusivo de la extracción de los principios aromáticos volátiles”, “mezcla compleja de hasta 100 compuestos de sustancias aromáticas producidas por muchas plantas”, “productos del metabolismo secundario de las plantas, compuestos en su mayor parte por hidrocarburos de la serie polimetilénica del grupo de los terpenos que corresponden a la fórmula $(C_6H_8)_n$, junto con otros compuestos casi siempre oxigenados que transmiten a los aceites esenciales el aroma que los caracteriza”, “sustancias que por su naturaleza física y su consistencia son parecidos a los aceites grasos, pero se diferencian porque al caer una gota sobre papel se volatiliza sin dejar huella, ni mancha grasosa”.

3.1.1 Otras propiedades de los aceites esenciales

Las primeras características que se reconocen en los aceites esenciales son: olor penetrante, sabor concentrado, aspecto oleoso y volatilidad a temperatura ambiente. Las propiedades intrínsecas que los caracterizan son: punto de ebullición de 150 a 300°C, densidad inferior a la del agua en la mayoría de los aceites, actividad óptica, insolubilidad en agua, solubilidad en los aceites, alcohol y demás solventes orgánicos.

Los aceites esenciales tienen una estabilidad reducida, es decir, sufren modificaciones fisicoquímicas ya sea mientras se metabolizan en las plantas o cuando son extraídos de ellas, causada por reacciones entre sus propios constituyentes o factores del medio como: luz, temperatura, presencia de enzimas, entre otros.

De acuerdo a su composición química, los compuestos pertenecen a la familia de los hidrocarburos, de las clases: alifáticos, aromáticos, monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos; e incluyen grupos funcionales variados como: ácidos libres, alcoholes, aldehídos, cetonas, fenoles y ésteres. En algunos aceites esenciales también se pueden encontrar compuestos furánicos y azufrados.

Los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo a su consistencia en: fluidos, bálsamos y oleorresinas; dependiendo de la volatilidad, consistencia, viscosidad y la tendencia a sufrir reacciones de polimerización. Martínez (2001).

3.1.2 Localización de los aceites esenciales en las plantas

La cantidad y composición de los aceites esenciales varía en las distintas familias de plantas donde ellos se encuentran, como: labiadas, Compuestas, lauráceas, mirtáceas, rosáceas, rutáceas. Se almacenan en semillas, hojas, tallos, raíces, cortezas, cáscaras del fruto, frutos y flores, a través de estructuras celulares como: pelos glandulares, canales lisígenos, canales resinosos y canales gomosos.

3.1.3 Extracción e Identificación de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales se obtienen de acuerdo a su origen por tres rutas como: sintética, natural y mixta. En la literatura se reporta el siguiente dato: para obtener un gramo de aceite se emplea 100 gramos de planta, un rendimiento bajo cuando se extrae de la fuente natural, por lo que se hace necesario la producción sintética o mixta.

Las esencias mixtas denominadas también artificiales se obtienen por enriquecimiento de esencias naturales en uno de sus componentes o también son preparados por mezclas de varias esencias naturales extraídas de varias plantas. Las esencias de origen sintético, son mezclas de diversos productos obtenidos por procesos químicos.

Los métodos de extracción de los aceites esenciales obtenidos directamente de los tejidos vegetales incluyen procedimientos físicos y químicos, dependiendo de la biología y ecología de las plantas que los contienen; los métodos pueden ser directos (extrusión, exudación) o indirectos (destilación, extracción con solventes, con microondas, con fluidos en estado supercrítico).

La tipificación de la composición química del aceite esencial es la clave para reconocer su aplicabilidad y su comercialización, por ello es importante el método de separación e identificación, donde generalmente es reglamentario combinar varias técnicas para que una sustancia se considere correctamente identificada. Los siguientes métodos son utilizados para la separación e identificación de los componentes de los aceites esenciales:

- la destilación fraccionada
- los métodos cromatográficos: capa fina, preparativa, de columna, la líquida de alta eficiencia obtención de fracciones), de gases (columnas capilares de alta eficiencia).
- Las técnicas espectrográficas: espectrometría de masas, de resonancia magnética nuclear, espectroscopia infrarroja.
- Los sistemas cromatográficos acoplados a técnicas espectroscópicas: cromatografía de gases acoplada a la espectrometría de masas, cromatografía de gases acoplada a la espectroscopia infrarroja y la cromatografía líquida de alta resolución acoplada a cromatografía de masas.

Se considera un producto natural, al elaborado con sustancias que se aíslan de los animales o las plantas, o también el aislamiento de un aromatizante de una fermentación proveniente de un organismo. Todo ello es estimado como un recurso natural, Peter H.vander Schaft. FIB (Nederland) BV, PO Box 5021, 5004 EA Tilburg, Países bajos). En Norteamérica, sustancias aromatizadas preparadas por síntesis química utilizando materias primas naturales y los catalizadores sintéticos, también se consideran como naturales y, en Europa se considera natural si la sustancia química es idéntica a una fuente natural; lo importante es que sea considerado como sustancia segura por las respectivas autoridades. Demyttenaere (2001), (Peter H.vander Schaft. FIB (Nederland) BV, PO Box 5021, 5004 EA Tilburg, Países bajos). En el caso del mentol se encuentra como producto natural representado en el aceite de menta y como producto sintético en diferentes aplicaciones a nivel industrial.

3.2 Biología de la *Mentha* sp.

Las plantas del género *Mentha* son originarias de Europa, Asia y África, colonizaron América, por rutas de hibridación distintas, la variedad de expresión genética ha permitido que por ejemplo en Colombia se adapten y se puedan cultivar en diferentes pisos térmicos. “Su taxonomía es complicada dada la alta frecuencia de hibridación, la cantidad de especies poliploides y la gradual variación morfológica, tanto intra como interespecífica; ello se agudiza aún más en los híbridos ya que algunas de las poblaciones presentan caracteres predominantes de uno u otro progenitor, Harley&Brigton (1977), Mabberley (1997), citado por (Bonzani et al., 2007).

3.2.1 Taxonomía

División: Embriofitas sifonógamas
Subdivisión: Angiospermas
Clase: Dicotiledóneas
Subclase: Aclamídeas o simpétalas
Orden: Tubifloras
Familia: Labiadas
Género: *Mentha*

Especie: *Mentha piperita*

Nombre común: hierbabuena

El género *Mentha*, está representado por cerca de 19 especies y 13 híbridos naturales, son de crecimiento rápido e invasivo y toleran una amplia gama de condiciones agroclimáticas; prefiriendo prosperar en lugares frescos y zonas húmedas de sombra parcial Bradley (1992). Citado por citado por (Kumar et al., 2011).

Una característica a tener en cuenta para su cultivo es utilizar un tipo de suelo rico en humus, aireado, con capacidad para retener agua, pero sin presentar inundación; se debe controlar las malezas y proteger contra la *roya de la menta* causada por el hongo *Puccinia menthae*. Para la siembra se utilizan rizomas de 10 a 15 cm de longitud, con un distanciado en el surco de 40 a 50 cm. El tiempo ideal de recolección es al comienzo de la floración, donde la calidad del aceite es óptima; se corta unos 10 cm de la parte aérea y se deja entre uno o dos días en el terreno para que pierda humedad antes de pasar al proceso de destilación, habiendo separado tallos y hojas, por arrastre de vapor en un alambique. Montoya (2010).

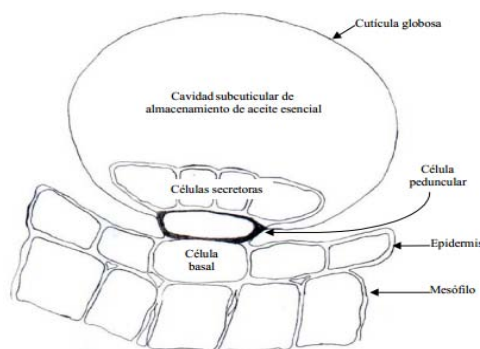
Dentro de las especies que se destacan por su uso industrial y comercial, se encuentran: *Mentha pulegium* (Sus tallos son rojo púrpura y ramificados, las hojas son escamosas y las flores disposición verticilar), *Mentha spicata* (sus estolones alcanzan una altura de 40-130 cm, hojas sésiles con el margen serrado, flores verticiladas), *Mentha longifolia* (planta perenne, rápido crecimiento, tallos blanquecinos y erectos que crecen hasta 100 cm), *Mentha arvensis* (planta rizomatosa, tallos crecen hasta 80 cm), *Mentha quatica* (planta rizomatosa que crece hasta 90 cm, tallos verdes o purpura, flores tubulares de colores morado, rosado, lila), *Mentha piperita* (cruce entre *M. quatica* y *M. spicata*, por ser híbrido es estéril y se propaga por rizomas, tallo rojo-purpura y crece hasta 30-100 cm, flores en disposición verticilar (Kumar, et al. 2011).

3.2.2 Importancia morfológica de las hojas de *Mentha* sp.

Este órgano se destaca en las plantas del género porque allí se realiza la mayor biosíntesis del aceite esencial, en menor escala en los tallos, y su acumulación ocurre en

el tejido epidérmico, donde se encuentran unas células secretoras glandulares, llamadas Tricomas. En el caso de las especies de la familia Lamiaceae, como es la hierbabuena, la glándula, está formada por una célula basal localizada en la epidermis y una célula pedúncular sobre la que se sitúan las células secretoras, como se ilustra en la figura 3-1

Figura 3-1: Tricoma de la hierbabuena. Palá (2002)



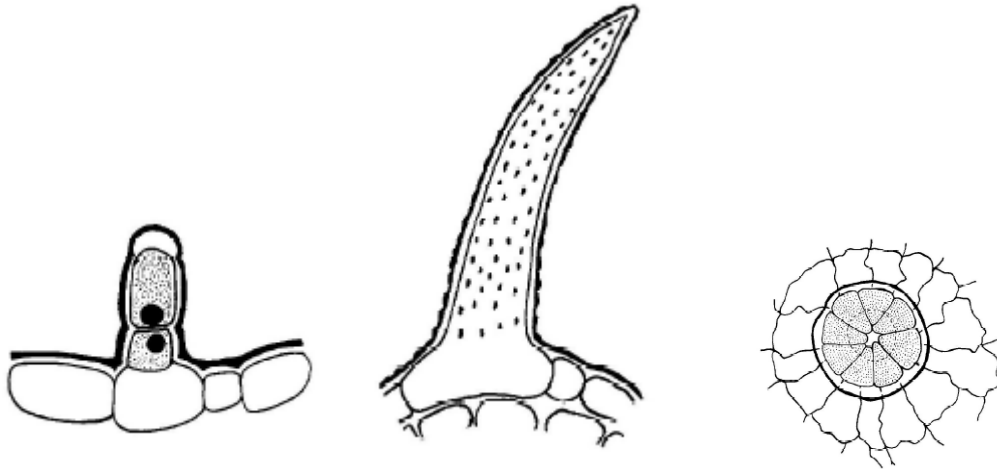
Sobre el contenido químico de las hojas de yerbabuena, Montoya (2010) reporta que del 10 al 12% de elementos minerales, flavonoides, ácidos fenólicos, caféico, clorogénico, rosmárico, ursólico, taninos. El contenido de mentol varía entre el 35 al 50% (El mentol que es el principal componente se encuentra en estado libre y combinado con ésteres), 14-15% de acetato de mentilo, 9-25% de mentona, seguido de mentofurano, alfa- pineno, felandreno, cadineno, ácido iso-valeriánico de mentilo, pulegona, timol, carvacrol, alcohol amílico, terpineno, alcohol iso-amílico, cínelo y limoneno. El rendimiento en hojas oscila de 7 a 10 ton de planta fresca, en el primer corte y de 4 a 6 toneladas de planta fresca en el segundo corte.

3.2.2.1 Algunas características morfológicas de los tricomas en *Mentha* sp.

Los tricomas glandulares son pluricelulares, de pared celular lisa, pueden ser capitados o no según presenten cabezuela, que es unicelular en forma cilíndrica o cabezuela globosa, erecta o inclinada. Presentan un pie bicelular conformado por una célula basal y una célula del cuello figura 3-2. El contenido celular, igualmente puede variar, puede ser acuoso con abundantes esferocristales o puede contener sustancias lipofílicas, con cristales en vacuolas (la tinción permite evidenciarlo). La secreción de los tricomas, es un

líquido acuoso con abundantes esferocristales en algunos casos con gotas lipofílicas (monoterpenos) y agua; se acumula en un espacio subcuticular formado entre las células secretoras y la cutícula, para ser liberada posteriormente por poros.

Figura 3-2: Diversidad de tricomas glandulares en *Mentha* sp. (Obsérvense las células secretoras punteadas y células peribasales). (Bonzani et al., 2007).



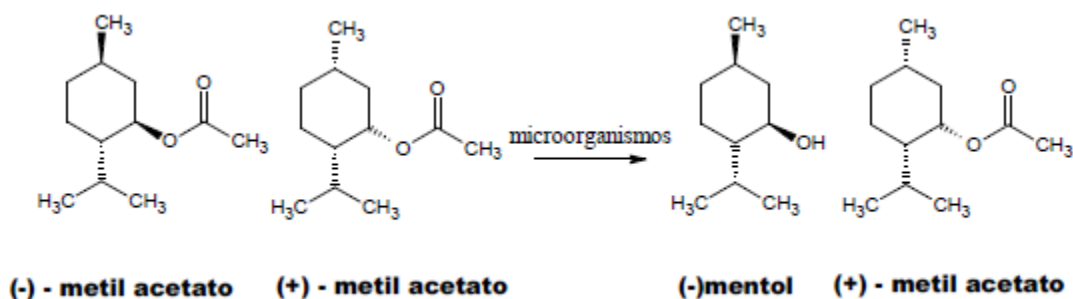
Hay variabilidad en número y morfología de los tricomas dependiendo de la especie de *Mentha*. Según el estado de desarrollo, los tricomas se observan diferentes. Antes de la secreción las células secretoras presentan un denso citoplasma con conspicuos núcleos y notables leucoplastos, la cabezuela posee forma de copa, en cuya superficie cóncava se observa la cutícula adherida a la pared de las células secretoras. Posteriormente, el producto de la secreción migra a través de la pared celular a un espacio subcuticular que primeramente ocupa el centro de la cabeza glandular; durante esta fase, la cutícula se hincha y se eleva en forma de cúpula, conteniendo el material. Al final se produce el mecanismo de dehiscencia, mediante el cual el depósito de aceite esencial es liberado. El fenómeno comienza con la ruptura de la cutícula en un punto o poro, que se extiende en toda la región diametral de la cúpula. Finalmente, Las células secretoras quedan expuestas, a la vez que comienzan a degradarse. (Bonzani, N. et al. 2007)

Mahmoud, reseña citando a otros autores, que la biosíntesis de monoterpenos se origina en las células secretoras de tricomas peltados glandulares, que cubren las superficies del tallo y las hojas, y el aceite esencial se acumula en la cavidad de almacenamiento

subcuticular de estos tricomas. La importancia comercial de los monoterpenos, ha hecho nacer un interés de la ingeniería genética en clonar los genes que codifican las enzimas en las rutas metabólicas de los monoterpenos y así optimizar la producción, utilizando bacterias y hongos. (Mahmoud et al., 2002).

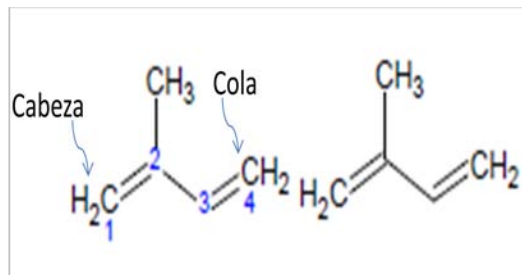
Cuando la productividad de los metabolitos deseados está limitada por falta de precursores particulares, es útil utilizar la biotransformación donde se utilizan los precursores biosintéticos que mejoran la acumulación de biocompuestos.

Figura 3-3: Hidrólisis asimétrica de acetato de mentil para obtener mentol puro.



3.3 Terpenos o terpenoides

Los terpenos o terpenoides, son moléculas orgánicas, derivadas de la estructura del isopreno que consta de cinco carbonos (2-metil-1,3-butadieno). Ver figura 3-3. Algunos poseen enlaces dobles carbono-carbono y otros son hidrocarburos; pueden contener oxígeno y ser de cadena abierta o de cadena cerrada. Se suelen clasificar de acuerdo a la regla del isopreno que indica que cada unidad de isopreno, se unen cabeza (carbono 1) y cola (carbono 4) para formar cadenas.

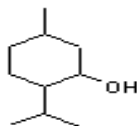
Figura 3-4: Unidad de Isopreno.

De acuerdo al número de unidades de isopreno, que contenga el compuesto de terpeno, estos se dividen en: monoterpenos (10 carbonos o dos unidades de isopreno), sesquiterpenos (15 carbonos o tres unidades de isopreno), diterpenos (20 carbonos o cuatro unidades de isopreno) y otros en esta secuencia. Bramley (1997). Ver (Tabla 3-1)

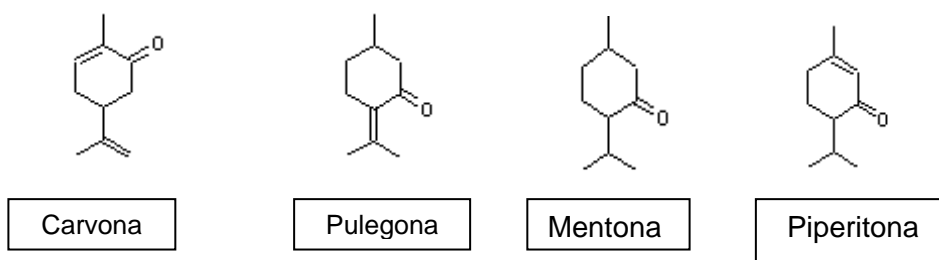
Tabla 3-1: Clasificación de los terpenos Mc Murry (2004)

Nombre	Unidades de isopreno (C ₅ H ₈)	Átomos de carbono
monoterpenos	2	10
sesquiterpenos	3	15
diterpenos	4	20
sesterpenos	5	25
triterpenos	6	30
tetraterpenos	8	40

Los monoterpenos son los terpenos más simples, un ejemplo de ellos es el mentol, que se encuentra principalmente en las plantas del género *Mentha*, su estructura química se conforma por dos unidades: isoprenol e isopreno. Ver Figura 3-4.

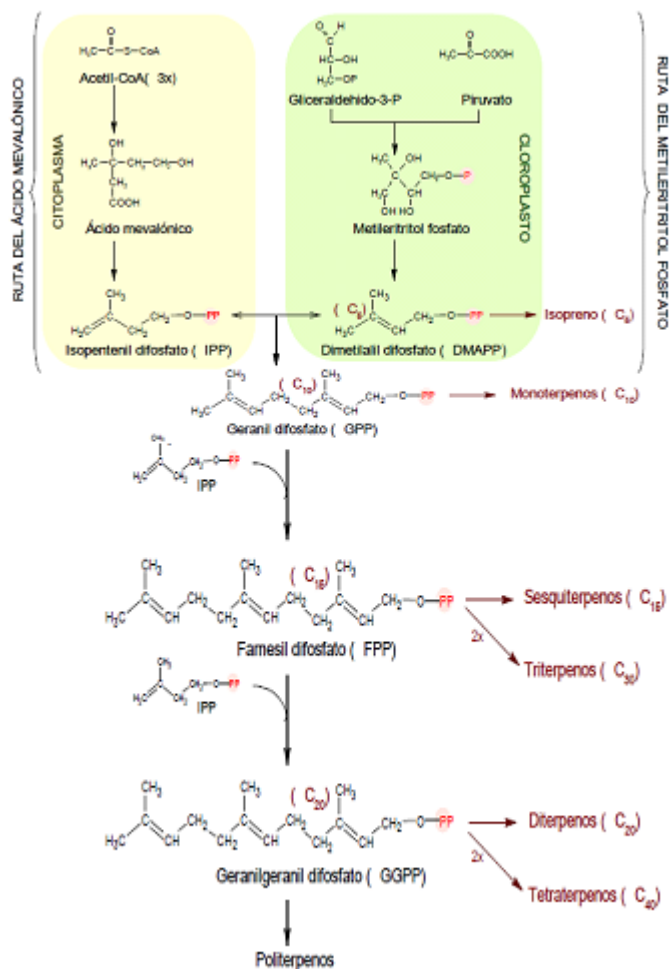
Figura 3-5: Fórmula estructural del mentol

Existe gran variedad de monoterpenos, con diferentes estructuras químicas: irregulares, acíclicos, ciclopentanoides y ciclohexanoides, como es el caso de alcoholes monocíclicos saturados abundantes en plantas aromáticas del género *mentha*, por ejemplo el mentol.

Figura 3-6: Algunos monoterpenos componentes de la esencia de *Mentha* sp

3.4 Biosíntesis de los terpenos o terpenoides

El precursor biológico de los terpenoides es el *Difosfato de isopentenilo* o *Pirofosfato de isopentenilo* (IPP). Este se biosintetiza por metabolitos primarios a través de dos rutas diferentes: La ruta del mevalonato que ocurre en el citoplasma y la ruta del metileritritol fosfato que ocurre en los cloroplastos. El *isopentenil bifosfato* y su isómero *dimetilalil difosfato* (DMAPP) son los precursores activados en la biosíntesis de terpenos en reacciones de condensación catalizadas por *prenil transferasas* para dar lugar a *prenil bifosfatos* como *geranil difosfato* (GPP), precursor de monoterpenos, *farnesil difosfato* (FPP) precursor de sesquiterpenos y *geranilgeranil difosfato* (GGPP) precursor de diterpenos. Mcmurry (2004), Bramley (1997). Ver Figura 3-6.

Figura 3-7: Síntesis de terpenos. (Garcia et al., 2009)

3.5 Ruta general de la biosíntesis de los monoterpenos.

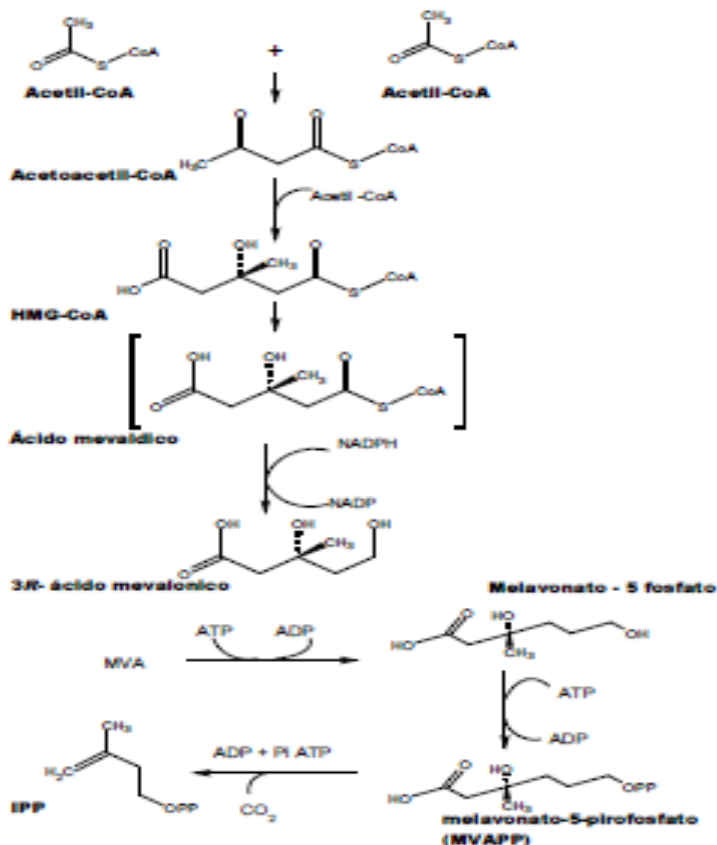
La ruta biosintética de los monoterpenos ocurren en cuatro fases, que fueron conocidas gracias a los trabajos de Soheil S. Mahmud y Rodeney B. Croteau, bioquímicos del Instituto de Ingeniería Química de Washington, citados por (Bramley, P. 1994). Las fases son las siguientes:

1. La producción de las unidades de terpenoides: difosfato de isopentenil (IPP) y su isómero alílico, difosfato dimetilalilo (DMAPP).
2. Condensación del IPP y DMAPP por preniltransferasa para formar GPP (difosfato de geranilo C-10).

3. Conversión de la GPP al esqueleto del monoterpeno.
4. La transformación de la matriz estructural a diversos derivados

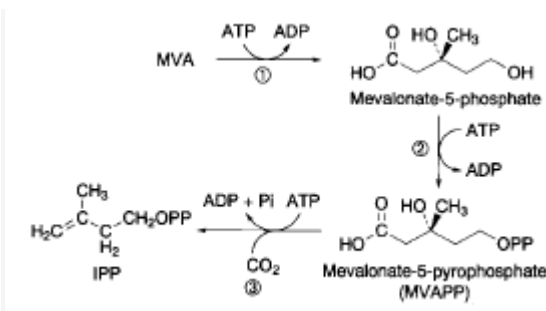
Como describe Bramley, la clave de la vía fue el descubrimiento del compuesto ácido mevalónico C6 (MVA) y posteriormente la aclaración de la ruta metabólica de Acetil Co-A, a través de MVA a Isopentenil pirofosfato (IPP) que a su vez se isomeriza a dimetililo pirofosfato (DMAPP). Las reacciones de la figura 3-7 muestran este proceso bioquímico.

Figura 3-8: Conversión de acetil Co-A en ácido mevalónico. Enzimas: 1. acetoacetil tiolasa CoA, 2. HMG Co A sintasa, 3. Inhibidores de la HMG-Co A reductasa. Bramley (1997)



La conversión de MVA en el IPP, requiere que para cada mol de sustrato se gaste un mol de ATP, la figura 3-6 describe el proceso bioquímico en tres pasos.

Figura 3-9: Metabolismo del ácido mevalónico en isopentenil pirofosfato. Enzimas: 1. MVA-quinasa, 2. Mevalonato-5-fosfato quinasa, 3. Mevalonato-5-difosfato descarboxilasa. Mc, Murry (2004)



3.5.1 Función biológica de los monoterpenos

Los monoterpenos son los constituyentes más conocidos de los aceites esenciales, esencias florales y resinas de plantas aromáticas, que imparten sus aromas y sabores característicos (Van de Werf et al., 1997). Desde el punto de vista ecológico los monoterpenos juegan un papel importante en la interacción planta-planta, llegando a considerarse citotóxicos dado que pueden inhibir el crecimiento de otras plantas. Bramley (1997).

Las funciones fisiológicas precisas de la mayoría de monoterpenos no se han definido, pero tienen el rol en las plantas de atraer a polinizadores, defender la planta de los depredadores, y también cumplen funciones alelopáticas. También se ha reportado un uso potencial como herbicidas, pesticidas, agentes antimicrobianos y anticancerígenos. Debido a su baja toxicidad en relación con los vertebrados, los monoterpenos ofrecen ventajas significativas en el control de plagas en comparación de métodos convencionales. La mayoría de monoterpenos son fácilmente catabolizables por microorganismos y no persisten en el medio ambiente. (Van de Werf et al., 1997).

3.6 Ruta biosintética del mentol

El papel de GPP junto con la enzima sintasa de GPP asociada a la síntesis de monoterpenos en plantas se estableció en la década de 1960.

Como se ha mencionado el IPP da origen al geranyl pirofosfato GPP, que es el precursor de los monoterpenos cíclicos: el mentol, por acción del monoterpeno ciclasa, que tiene un mecanismo similar a la prenil transferasa (mencionada en la biosíntesis de monoterpenos, cuya función es condensar), involucra una ionización inicial del pirofosfato alílico con una unión electrofílica resultante de la carbotación alílica ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$) en un doble enlace, Alonso y Croteau (1993), citado por Bramley (1995). Todo este proceso metabólico incluye enzimas P-415, la actividad catalítica de ellas usan un amplio rango de compuestos como sustrato de reacciones y determina el tipo de monoterpeno encontrado en varias especies de mentas.

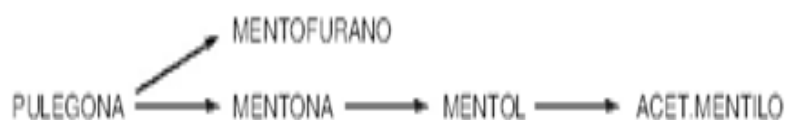
Estos mismos autores han purificado y caracterizado a la GPP sintasa, y la ubican en los tricomas glandulares de las mentas, como se ha mencionado la biosíntesis del mentol se realiza en los tricomas glandulares, ver figura 3-1,3-2.

En 1996, Voirin publica un trabajo donde describe los cambios en la composición de monoterpenos presentes en los tricomas de *Mentha piperita*, menciona que dependiendo de la edad de la planta y de la hoja se llevan a cabo diferentes etapas del metabolismo de monoterpenos: en las hojas apicales jóvenes se encuentra principalmente limoneno, en la edad madura de la hoja el principal componente es el mentol, mientras que las hojas senescentes producen un aceite rico en acetato de metilo. Además, se describe que la desaparición del limoneno y acumulación de 1-8-cineol, la reducción de mentona a mentol y la acetilación del metilo están determinadas por los procesos de oxido-reducción, la catálisis por la enzima 3-ceto-reductasa y la fotosíntesis, regulando así la composición del aceite de menta. La utilización de la técnica de desorción en la experimentación y el uso de un cromatógrafo de gases permitió describir la reducción metabólica que se lleva a cabo en los tricomas, en función del tiempo (Voirin, B, et al. 1996).

La manera de cultivo, el tiempo de cosecha, de recolección y el propio metabolismo de la planta, influyen en la química, cantidad y calidad de los componentes del aceite

esencial, Bandoni (2002). Como se ha venido comentando en la *Mentha sp*, se observan vías biosintéticas posibles en determinados momentos de su metabolismo: los días largos, una alta intensidad de luz y bajas temperaturas nocturnas favorecen la producción de mentona, mientras que las situaciones inversas favorecen la producción de mentofurano, un producto que en la esencia de menta para el consumo no es aceptado debido a su toxicidad. Ver figura 3-9.

Figura 3-10: Etapas biosintéticas de los principales componentes de la esencia de menta. Clark y Col. (1980) citado por Bandoni (2002).

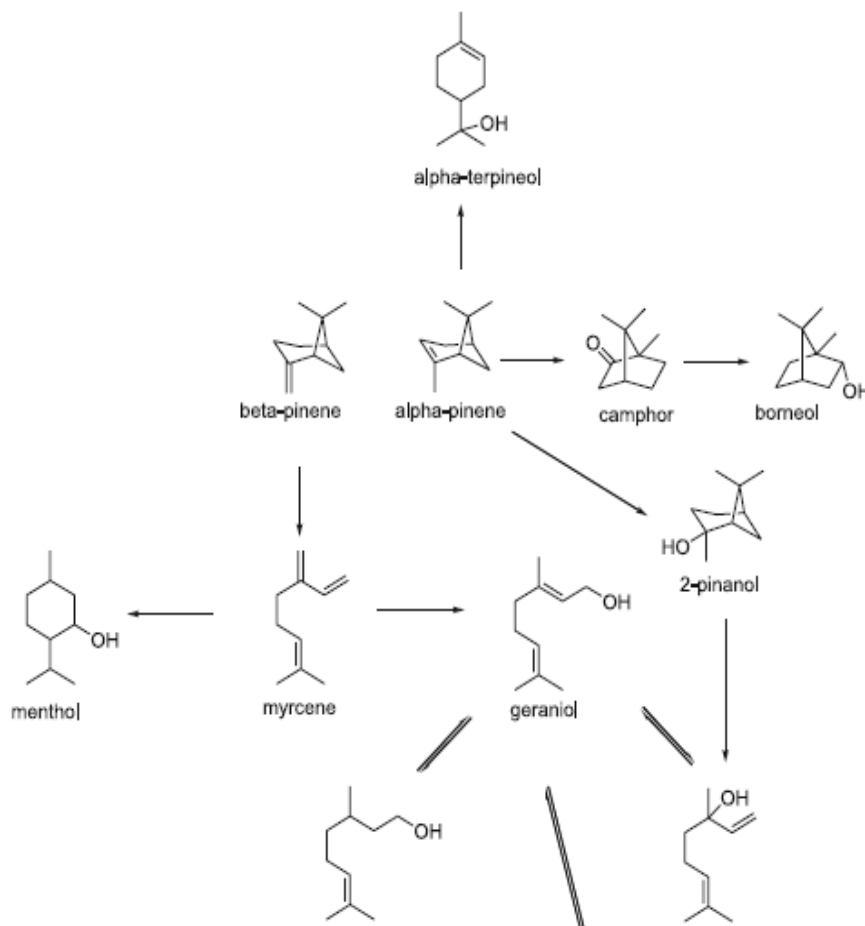


El esquema muestra como algunos metabolitos secundarios son precursores de otros. La literatura reporta que el precursor del metabolito pulegona es la molécula de piperitenona que pasó por reacciones de hidrogenación.

3.7 Síntesis química del mentol

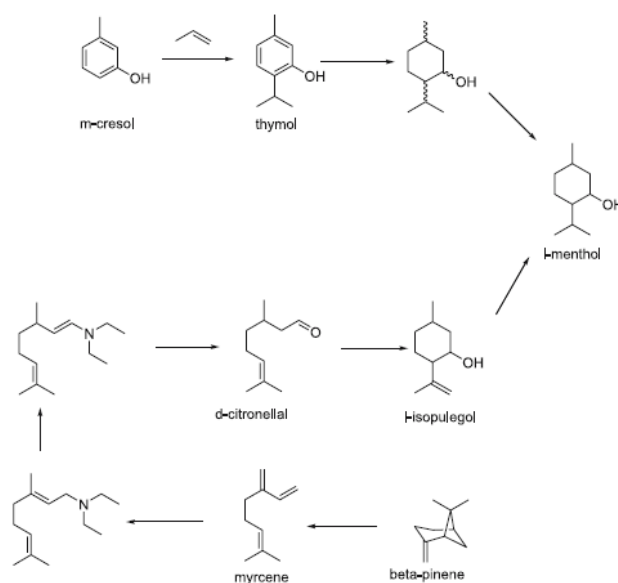
La mayoría de mentol se aísla del aceite crudo de diferentes especies de *Mentha*, pero hay dos procesos industriales para su obtención: a partir de β - pineno de la trementina y a partir de m-cresol de origen petroquímico.

La α -pineno y el β - pineno se pueden obtener por destilación a vapor de la trementina, una resina oleosa extraída de los pinos y los abetos. También se pueden obtener a partir de la destilación de sulfato de trementina que se encuentra disponible como un subproducto de la manufactura de papel de madera blanda. El β -pineno por pirolisis o tratamiento térmico conduce a la formación del mentol, en la siguiente figura se aprecia la ruta de β -pineno a mentol.

Figura 3-11: Síntesis del mentol a partir de β -pineno.

Con respecto a la segunda vía química comercial del m-cresol de origen petroquímico, el mentol se obtiene por la alquilación de m-cresol con propeno en presencia de un catalizador de aluminio resultando en la formación de timol, que al hidrogenarse da una mezcla de los ocho isómeros del mentol: d-mentol, l-mentol, neomentol, isomentol y neoisomentol, son algunos de ellos. La síntesis por la vía del m-cresol es más económica desde el punto de vista de la materia prima, pero se debe realizar un extenso proceso de separación fraccionada para obtener los isómeros: d-mentol y l-mentol, figura 3-10. La forma racémica² del mentol se obtiene por hidrogenación catalítica del timol (isopropilmetilfenol), (Beyer et al., 1986).

² Racémico es un adjetivo químico aplicado a un compuesto formado por dos isómeros: levógiro y dextrógiro, ópticamente inactivos.

Figura 3-12: Síntesis de l-mentol desde m-cresol. Peter H. van der Schaft (1997)

3.7.1 Composición química del aceite esencial de menta

Las diferentes especies de *Mentha* muestran un alto polimorfismo y varían en la composición del aceite esencial, las variaciones existentes en la composición del aceite se atribuyen a factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa y el fotoperiodo Chauhan (2009), citado por (Kumar et al 2011). De igual manera, el quimiotipo de las plantas, las prácticas de cultivo y la extracción hacen que la composición química varíe el contenido del aceite, Pavela (2009) citado por (Kumar et al., 2011). Por otra parte, se menciona la condición agronómica y del genotipo como el tiempo de cosecha, la edad de la planta y la densidad del cultivo, (Telci et al., 2010), (Marotti et al., 1994). Citados por (Kumar et al., 2011).

Entre las sustancias que se encuentran en el aceite esencial de la *Mentha* sp, sobresalen: el mentol, la mentona, carvona, pulegona, piperitona, limoneno, eucalyptol, geraniol, B-pineno; aunque se hallan más de 200 sustancias, según reporta (Corte et al, 1993), citado por (Kumar et al., 2011).

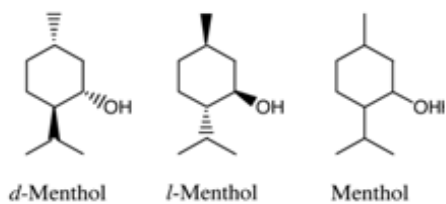
El aceite esencial de *Mentha piperita* es el de mas alto rendimiento, produce entre el 30 – 55 % de mentol y 14 – 32 % de mentona, ESCOP (1997), citado por (Kumar et al., 2011). Entre las *Menthas*, de diferentes orígenes, figuran las de Estados Unidos y

Egipto, con el mayor rendimiento y calidad de mentol, Aflatuni (2005), citado por (Kumar et al., 2011).

3.8 Estructura química del mentol

El mentol o mentan-3-ol, es el alcohol terpénico más importante dentro de los monoterpenos (Beyer et al., 1986). El mentol es un alcohol monocíclico que tiene tres átomos de carbono asimétricos en el anillo ciclohexano, cuya característica da como resultado variedad de isómeros. Heck (2010). En la naturaleza solo se encuentra el l-mentol, de p.f. de 23°C (316K), Debido al agradable sabor a menta y sensación de frescura se usa en innumerables aplicaciones.

Figura 3-13: Isómeros del mentol.



El l-mentol predomina en fuentes botánicas, posee la característica de olor y sabor a menta, produce un efecto de enfriamiento cuando se aplica en la piel, Eccles (1994), citado por Heck (2010). Este isómero es preferido por su capacidad de inducir fisiológicamente la sensación de frío que se desea en muchos productos como la goma de mascar y la crema dental; el l-mentol produce cincuenta veces más sensación de frescura que el d-mentol, (Bhatia et al., 2008).

El d-mentol, se produce sintéticamente y se emplea para enriquecer a los productos con la característica refrescante, pero con un cincuenta por ciento de diferencia con respecto al natural y se utiliza para el cuidado de la piel en productos de uso tópico, Clark (2007) citado por Heck (2010).

3.9 Aplicaciones

Las características físicas del mentol varían desde un polvo suelto o aglomerado, cristales prismáticos e incoloros o también una sustancia cerosa, cristalina, usado para varias aplicaciones industriales.

En la industria farmacéutica, se emplea como principio activo y saborizante de medicamentos. En salud el mentol, alivia la irritación de la piel, quemadura del sol, dolor de garganta, fiebre, dolores musculares, y congestión nasal, (Kumar et al., 2011). 805). Debido a su efecto antiespasmódico y relajante de la menta, alivia problemas de digestión, se usa en caso de ardor, dolor de estómago, diarrea, flatulencia y dolor de estomago. El mentol es usado como saborizante y desinfectante en los productos dentríficos.

Como insecticidas, una investigación de Samarasekera, et al, 2008 muestra el efecto insecticida del aceite de *Mentha piperita* contra los mosquitos y Placios et al, 2009 evaluó la calidad insecticida de la *Mentha piperita* contra la mosca doméstica. (Citado por Kumar y otros. 2011). También se ha reportado el uso del mentol para controlar ácaros. La naturaleza lipofílica del aceite de las mentas, facilita interferir en el metabolismo basal, bioquímico, fisiológico y las funciones del comportamiento de los insectos. Pocos estudios se han centrado en la eficacia de *Mentha* para el cambio de comportamiento reproductivo y otras etapas del ciclo de vida de los insectos. (Kumar, et al. 2011).

En la industria alimentaria y repostería, su uso como saborizante y aromatizante, cada vez es mas frecuente en la preparación de diversos productos. La Industria del sabor ha sido siempre muy importante, su éxito se destaca en la capacidad de extraer de la fuente natural un sabor, un aroma, un color; además que con ello logra un impacto comercial al ser llamativo encontrar en el mercado productos con etiquetas que digan “son elaborados naturalmente”. Las características del olor y la sensación refrescante de la menta, se utiliza en la elaboración de caramelos, gomas de mascar, té, adobos y licores.

La estimación de los recursos renovables implicados en la industria de los aromas es muy difícil, en 1993 la producción total mundial de los 20 principales aceites, se calculo en 56000 toneladas. Los aceites que sobresalen son: naranja, menta, aceite de maíz y eucalipto (Schafft, 2010), estos datos revelan la importancia de la menta en la industria.

En la industria tabaquera, se usa como aromatizante. Los isómeros l-mentol y d-mentol se usan para la fabricación de cigarrillos. El mentol es reconocido por la FDA de los EEUU como un saborizante y aromatizante seguro, Heck (2010).

En los productos de limpieza, el mentol se usa como aromatizante. El mentol racémico es un ingrediente de fragancia utilizada en decoración, cosméticos, perfumes de lujo, champús, jabones de tocador, así como también, otros productos como limpiadores y detergentes. El uso del mentol racémico en todo el mundo se encuentra en el orden de 1-10 toneladas métricas por año (Bhatia et al., 2008).

En la actualidad el aceite de menta, se utiliza en la aromaterapia, es uno de los pocos aceites que puede usarse sin diluir con precaución.

4. PROPUESTA DIDACTICA

En este capítulo se muestra de una manera sistemática y actualizada como un objeto virtual de aprendizaje –OVA- sirve de modelo para la enseñanza y aprendizaje de algunos conceptos particulares de las ciencias naturales para estudiantes de básica secundaria. Para lo cual, es importante abordar unos referentes contextualizantes.

4.1 La didáctica

La didáctica es un campo disciplinar que se interesa por la manera metodológica de comunicación de los procesos de enseñanza, últimamente se ha convertido en un campo de investigación aportando los fundamentos teóricos y prácticos para hacer eficientes los procesos de enseñanza-aprendizaje, que cada vez dejan de ser menos pasivos (tradicional) e involucran a todos los actores del proceso como son el profesor y los estudiantes, considerados como seres individuales o como colectivos que colaboran en la construcción social del aprendizaje; así como también tienen en cuenta elementos como los objetivos, asignaturas, contenidos, tiempo, materiales y métodos.

Sobre el tema, se ha escrito ampliamente en las últimas décadas; las revistas de investigación-didáctica e innovación continuamente publican diversidad de artículos relacionados con: aprendizaje de los estudiantes, planificación de la enseñanza, naturaleza de los procesos de enseñanza aprendizaje, selección de contenidos, estrategias de evaluación en el área de ciencias experimentales, el perfil, actitudes y

aptitudes de los profesores de ciencias naturales, también sobre el uso y creación de material didáctico, prácticas docentes, epistemología, filosofía e historia de las ciencias, finalidades sobre la enseñanza de las ciencias, psicología del aprendizaje, entre otros.

Es así, como el propósito de la didáctica de las ciencias naturales es el de desarrollar el método para acceder al patrimonio de los saberes cotidianos que circulan junto con los saberes que produce la ciencia para su apropiación, cumpliendo con un papel importante en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además ha de permitir, que los estudiantes reflexionen acerca de las aplicaciones de la ciencia y la tecnología, y del tratamiento de cuestiones éticas o de valores personales o sociales, importantes en la calidad de vida³.

4.2 El ambiente de aprendizaje

Crear las condiciones para abrir caminos que muestren la posibilidad de múltiples actividades, es una de las particularidades dadas cuando se habla de un ambiente de aprendizaje (AA). En su construcción, la disponibilidad de recursos, será indispensable para fomentar la comprensión, hacer más amigable la relación que existe entre unos contenidos de las disciplinas y el que las aprende; de la misma manera, se debe considerar en el AA, los conocimientos, ideas previas, percepciones y perspectivas, de estudiantes y profesores que conforman un punto de partida en la adquisición de nuevos conocimientos o en la cualificación de los que se tienen.

Un ambiente de aprendizaje en ciencias naturales pretende facilitar la comprensión de los fenómenos naturales, que mediante el aporte de los distintos campos de conocimiento, (biología, química, física) se ve reflejado o se materializa, cuando por ejemplo, se está en la condición de: diseñar un modelo, elaborar una explicación, establecer relaciones conceptuales, ejecutar un proyecto o realizar una tarea, e incluso elaborar preguntas, plantear y comprender situaciones problema, entre otras.

³ La descripción hecha en esta sección, tiene un fundamento teórico desde los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación natural propuestos por el Ministerio o de Educación Nacional.

Dependiendo de las intenciones que se tengan para la enseñanza, los ambientes serán reales o virtuales, pero de igual manera deberán responder a unas necesidades académicas que involucran los siguientes cuestionamientos: ¿Qué enseño?, ¿A quien enseño?, ¿para qué enseño?, ¿Cómo enseño?⁴.

Una manera de concebir un ambiente de aprendizaje es a través de la interacción que se da entre tres componentes: el contexto, los sujetos y las actividades⁵: “El contexto entendido como las condiciones sociales, políticas, históricas, culturales e ideológicas, en un espacio-tiempo particular, en las que se encuentran integrados los sujetos. Los actores, son sujetos reconocidos como seres integrales y diversos en gustos, intereses, valores, expectativas, formas de aprender, conocer y saber. La actividad corresponde a las acciones y el hacer de los sujetos, a través de las cuales se vivencian y abordan experiencias y problemas de conocimiento (pedagógicos para el maestro y escolares para los estudiantes”, (IDEP, 2005).

4.3 La ciencia escolar

Dentro del conocimiento científico y pedagógico que posee un profesor en ciencias, es importante que haya interiorizado las fronteras entre la ciencia pura y la ciencia escolar, considerada esta como “el conjunto de conocimientos a enseñar y de aprendizajes a construir a través de una educación científica formal, sistémica y organizada desde la escuela, para que los estudiantes alcancen niveles deseables de alfabetización científica”, (Liguori, et al. 2005).

En el contexto del profesor de ciencias se sabe que el propósito de la enseñanza de las ciencias trasciende además de la transformación de la estructura del pensamiento, a que el estudiante desarrolle habilidades cognitivas con el uso de herramientas adecuadas,

⁴ Las preguntas del maestro según Eloísa Vasco. Pionera en el desarrollo investigativo en educación, pedagogía y formación de maestros

⁵ Esta mirada sobre el ambiente de aprendizaje, hizo parte de un proceso de investigación con el Instituto para la investigación educativa y desarrollo pedagógico-DEP, de un grupo de profesores que a través de sus proyectos de aula indagan sobre el tema y sistematizan la experiencia educativa. Los resultados se encuentran publicados en las colecciones del IDEP.

formación del capital social⁶ a través de la circulación del conocimiento en la sociedad. “La integración en el aprendizaje de las ciencias a la racionalidad, la percepción y el deseo”⁷ lleva implícito la formación como personas que apropiadas de conocimiento influyen positivamente en la diversidad de la sociedad, a través de la toma de decisiones responsables.

En el mundo de hacer ciencia escolar el papel del profesor es importante porque es quien lleva a cabo el proceso de transposición didáctica, que consiste en la adecuación de los saberes científicos sin perder su rigurosidad, para ser enseñados en el contexto escolar según el nivel de escolaridad de los estudiantes. En este proceso de mediación interviene un equipo docente que plantea el diseño curricular, selecciona unos recursos y planifica estrategias que inciden directamente en los estudiantes.

De manera tal, que “la transposición didáctica es la relación que existe entre la estructura de la ciencia⁸ y los contenidos del área de ciencias naturales” (Liguori, et al. 2005) y educación ambiental en algunos casos. Dicho proceso implica “conocer los fundamentos históricos y epistemológicos de la disciplina a enseñar, los referentes psicológicos que orientan el aprender a aprender, las ventajas y desventajas de unos determinados contenidos y procedimientos, los referentes didácticos acorde a la disciplina objeto de estudio, y todo esto correlacionado con el espacio geográfico y el momento histórico donde se va a desarrollar el proceso educativo”, (SED. 2007).

4.4 Innovación

La innovación vista desde el campo de la educación se entiende como el conjunto de ideas, procesos y estrategias, mediante las cuales se trata de introducir y provocar

⁶ El concepto de capital es tomado del sociólogo Bordieau, que estableció unas categorías que analizan el modelo de desarrollo de un país: Capital social, Capital económico, Capital cultural.

⁷ Frase tomada del documento presentado en el Proyecto Reorganización de la Enseñanza por Ciclos. Secretaria de Educación- Fundación Universitaria Monserrate. Compensar 11 de marzo 2009.

⁸ Según la autora del libro didáctica de las ciencias naturales, describe que la estructura de la ciencia tiene tres componentes: dimensión teórica, dimensión metodológica y dimensión actitudinal. Y en la transposición didáctica con relación a las tres dimensiones, tienen en cuenta los contenidos conceptuales, contenidos procedimentales y contenidos actitudinales.

cambios en las prácticas educativas vigentes. Siendo así, una manera de Intervención para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Dada las características y necesidades actuales, la producción de conocimiento se da en colectivo, donde se aporta y valida, inicialmente ideas, que se van transformando en conocimiento en la medida que son sistematizadas; es por ello, que la institución educativa, los grupos académicos y/o de estudio aportan significativamente a que se genere y haya apropiación de lo “nuevo”. En este sentido, la siguiente definición es pertinente para puntualizar quienes y desde donde se innova: “Es el resultado de un proceso de búsqueda, promovido intencionalmente desde la gestión institucional, aporta a soluciones pertinentes, novedosas frente a necesidades y problemáticas reales”, (Moshen, 2008).

A pesar de que ha habido grandes cambios en el sistema educativo, todavía se encuentra en discusión la validez de lo tradicional y lo alternativo. Y aunque han tomado fuerza los sistemas educativos a distancia a través de la virtualidad, la WEB y la disponibilidad de recursos digitales, la tendencia es ver complementariedad en estos procesos. Por lo anterior, en la actualidad se reconoce en las propuestas de innovación, elementos que involucran tanto estrategias de la pedagogía tradicional como de otros modelos pedagógicos, que generalmente benefician a una buena parte de la población.

4.5 Objeto Virtual de aprendizaje –OVA-

Dentro de la dinámica de las TICs asociada a la educación, no se puede desconocer, el papel protagónico que representan los objetos de aprendizaje, en la búsqueda de elevar y mantener el interés por la ciencia y la tecnología de los estudiantes. El Ministerio de Educación Nacional, define un objeto de aprendizaje como “Un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadato) para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación”.

4.5.1 OVA como recurso didáctico

El OVA se entiende como un recurso didáctico digital que apoya el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el sentido que desarrolla jerárquicamente los contenidos disciplinares focalizados en tema específicos, es decir, es el “elemento de información más pequeño, inteligible en si mismo, necesario para que una persona consiga un objetivo, un resultado de aprendizaje, o una competencia” (Roig Vila, 2005), por ello permite la producción de contenidos por parte de quien elabora el OVA, de esta manera se puede actualizar permanentemente y ser corregido.

Otra característica, es la inclusión del diseño de actividades de aprendizaje (Asinsten, J. 2007), que llevan al estudiante a la reflexión y cuestionamiento de lo que está aprendiendo, en este sentido permite la autoevaluación. Además, promueve formas accequibles de presentar el aprendizaje, de esta manera se hace personalizado, flexible y promueve competencias básicas como: voluntad de saber, independencia cognoscitiva, autonomía, manejo de lenguaje universal, construir representaciones.

Por las anteriores características, los objetos virtuales de aprendizaje, se consolidan como un elemento de mediación, entendida como “el tratamiento de contenidos y las formas de expresión de los diferentes temas a fin de hacer posible el acto educativo” (Asinsten. 2007).

Es pertinente mencionar a manera de conclusión otra definición de OVA: “Un objeto de aprendizaje se entiende como una entidad digital, autocontenible y reutilizable, con un claro propósito educativo, constituido por al menos tres componentes internos editables: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. A manera de complemento, los objetos de aprendizaje han de tener una estructura (externa) de información que facilite su identificación, almacenamiento y recuperación: los metadatos (Chiappe et al. 2007), pues contextualiza, aporta elementos conceptuales y acerca a la comprensión de distintos elementos pedagógicos que se deben considerar para su incorporación en la didáctica de las ciencias naturales.

4.5.2 Descripción del OVA: El mentol presente en la yerbabuena

Los objetos de aprendizaje se encuentran dentro de la categoría de software educativo, con la diferencia, respecto a otros, que es reutilizable. (Chiappe et al. 2007). Teniendo en cuenta esta cualidad, el OVA se encuentra diseñado en PREZI⁹, lo cual permite que el profesor realice una diagramación nueva o realice un ajuste de contenido de acuerdo a las necesidades pedagógicas o intenciones que corresponden a lo que debe ser aprendido. Es el docente quien adapta los objetos de aprendizaje, mediante la modificación de sus componentes internos, a nuevas condiciones o exigencias de un proceso educativo.

4.5.2.1 Sobre el contenido

La estructura del OVA¹⁰ es organizada de acuerdo a representaciones de la realidad frente a un fenómeno natural, como es la producción de sustancias orgánicas por las plantas, en el caso particular el mentol (compuesto orgánico) metabolizado por la yerbabuena (planta medicinal aromática), con un lenguaje sencillo que permite acercarse al lenguaje técnico-científico de un campo de conocimiento de la química orgánica y de la biología.

Estructura del OVA: El Mentol presente en la Yerbabuena:

- Saludo de bienvenida: cuestionamientos para generar interés sobre el tema
- Título: El Mentol presente en la Yerbabuena
- Objetivos:

*Incentivar en los estudiantes el gusto por la lectura científica a través de imágenes y textos teniendo como guía un centro de interés.

⁹ Prezi, es una [aplicación de presentación online](#) y una herramienta [narrativa](#), que usa un solo [lienzo](#) en vez de diapositivas tradicionales y separadas. Los textos, imágenes, videos u otros objetos de presentación son puestos en un lienzo infinito y presentados ordenadamente en marco presentables. En: <http://es.wikipedia.org/wiki/Prezi>

¹⁰ Se anexa copia del OVA: e mentol presente en la yerbabuena en presentación Prezi.

- * Aprender a establecer relaciones conceptuales a través de la descripción de procesos de orden biológico y químico
- * Desarrollar un grado de compromiso y respeto por el conocimiento adquirido de una manera individual y colectiva, como una estrategia que ayuda aprender a aprender.
- Ideas previas: se presenta un mapa conceptual para ubicar al estudiante cognitivamente y un cuestionario para inquietar y hacer un acercamiento al tema
- Presentación de los temas: Incluyen texto, preguntas, imágenes y videos.
 - Definición de química orgánica
 - ¿Cómo es el átomo del carbono?
 - Aceites esenciales
 - Propiedades organolépticas
 - Sentidos del olfato y piel
 - ¿Que son los terpenos?
 - Clasificación de los terpenos
 - El mentol
 - Video: Estudiantes explican como se forma la molécula del mentol
 - Aplicaciones del mentol en la vida diaria
 - ¿Qué es la yerbabuena?
 - Metabolismo vegetal
 - Video: Estructura glandular, tricomas de la yerbabuena
 - Historia de la yerbabuena: video “historia de los aromas”
- Evaluación: Contempla interpretación de contenido, establecimiento de relaciones, construcción de preguntas y socialización de aprendizaje.

4.5.2.2 Sobre las actividades de aprendizaje

El objeto virtual de Aprendizaje se considera como recurso educativo abierto (Chiappe et al. 2007), por lo que las actividades planteadas están concebidas como instrumentos para que los estudiantes de básica secundaria, adquieran los elementos que desarrollan

la habilidad de establecer relaciones entre los conceptos: Aceite esencial, compuesto orgánico mentol, metabolismo secundario, planta aromática medicinal "yerbabuena" y aplicaciones del mentol, que se representan a través de: imágenes, video, lectura, preguntas, y que son cotidianos porque hacen parte de los fenómenos naturales.

Un estudiante aprende a establecer relaciones cuando tiene la oportunidad de describir (a través de la observación, la comparación, identificación de lo relevante y lo esencial) uno o varios objetos o conceptos. En esta operación mental reorganiza sus conocimientos, siendo el lenguaje el mejor vehículo que le permite expresar y mejorar las representaciones que hace sobre la cotidianidad, que se evidencia cuando comparte o socializa lo aprendido; el OVA tiene diseñadas actividades para tal fin.

La movilidad conceptual que se da en el establecimiento de relaciones, ayuda a pensar de varias formas sobre el mismo fenómeno natural, entonces se da un proceso de flexibilización del pensamiento, que genera la comprensión y la apropiación de un lenguaje científico. Sin duda, se convierte ello en una manera de aprender a aprender, hasta poder llegar a la metacognición y por su puesto acercarse al conocimiento científico, proceso que se logra cuando interactúa con el ova.

El OVA ofrece también la posibilidad de convertirse en una razón para leer y escribir, como por ejemplo: realización de lecturas sobre el entorno a través de imágenes, textos; actividades que invitan a crear escritos propios para luego ser socializados. La capacidad de producir un texto, lleva al estudiante a tomar conciencia de su conocimiento; la escritura como acto de pensamiento.

Las actividades se diseñaron teniendo en cuenta que dieran la posibilidad de pasar de un estado de conocimiento concreto – observación de un fenómeno específico que se da en la naturaleza -, a uno formal – cuando modela molécula del compuesto orgánico -. De esta manera el OVA proporciona referentes que le posibilita al estudiante establecer relaciones entre el conocimiento cotidiano y científico; ayudando a desarrollar competencias científicas: formulando preguntas de una observación, registrando observaciones, evaluando la información presentada y consultando otras fuentes, reconociendo un lenguaje científico, realizando modelos.

En un aparte del ova se muestra en una línea del tiempo, a través de un video, de una manera sucinta "historia de los aromas" como ha sido la transformación de los referentes

conceptuales enmarcados desde el conocimiento común y científico que la sociedad ha manejado y los ha utilizado de acuerdo a sus necesidades, esta inclusión es importante para que el estudiante valore el conocimiento y desarrolle compromisos personales y sociales.

Algunas actividades brindan la posibilidad de generar una dinámica de trabajo colaborativo; recurso clave para reconocer los aportes del conocimiento diferente al científico y validar el conocimiento científico, a través de la participación y del trabajar en equipo, otra de las competencias científicas y ciudadanas.

4.5.2.3 Sobre los elementos de contextualización

Los elementos de contextualización en un objeto de aprendizaje se definen como: “elementos que no son contenido, ni actividad de aprendizaje, pero que es necesario que se encuentren presentes en el OVA para que el usuario le encuentre sentido, para que pueda ubicarse adecuadamente en el objeto y le logre reconocer, familiarizarse, acercarse y lograr así la interacción deseada con el mismo”.

- *Contextualización de acuerdo al uso*

El uso del OVA propuesto es fácil para el estudiante, profesor u otra persona que desee o necesite interactuar con el por que se utilizó la herramienta Prezi, que a través de una presentación con un sistema de flechas permiten seguir el orden propuesto y un zoom que ofrece una panorámica visual para focalizar el contenido.

- *Contextualización de acuerdo a los contenidos*

El tema que se presenta en el OVA está al alcance cognitivo de los estudiantes de básica secundaria porque se escogió como modelo biológico, la yerbabuena, planta que es común en la biogeografía colombiana, y como cualquier ser vivo cumple con funciones de nutrición, relación y reproducción, es decir, lleva a cabo procesos metabólicos o bioquímicos, que el estudiante en el grado de formación de octavo a noveno, ya ha tenido referentes, porque los temas hacen parte de los contenidos esbozados en los estándares básicos de competencias de ciencias naturales.

La relevancia que se hace con la temática “El mentol presente en la yerbabuena” llama la atención al estudiante a que de una mirada a elementos que encuentra en su cotidianidad y por ello pueden ser fuente de curiosidad; este fenómeno natural hace parte de su entorno vivo y físico, e invita a que debe ser comprendido y explicado por él.

El establecimiento de relaciones que se pretenden por parte del estudiante, no es más, que la generación de una necesidad cognitiva para que reconozca el sentido y la razón de ser de la ciencia, la tecnología y la sociedad de la que hace parte, y que por su nivel de formación se encuentra en la posibilidad de adquirir compromisos personales y sociales.

En la actualidad, el contenido temático propuesto se está desarrollando con estudiantes de los grados octavo y noveno que hacen parte del semillero de investigación “botiquín verde” del colegio INEM Francisco de Paula Santander.

En la interacción con el OVA se hace necesario revisar el Anexo en CD.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Realizar la revisión histórica, epistemológica y conceptual del compuesto químico mentol y sus aplicaciones, implica la identificación de los hechos y aportes significativos de las personas que han contribuido al conocimiento a través de la investigación científica, para lo cual se establecieron relaciones y articulaciones conceptuales en las diferentes fuentes donde aparece una información puntual. Sin duda este proceso de lectura y escritura se convierte en una construcción de vínculos que le dan el soporte teórico a una temática que se pretende enseñar. Enseñar en contexto requiere reconocer los preliminares de un conocimiento para valorar su pertinencia y relevancia en el momento actual y hacer significativa una propuesta didáctica para el aprendizaje.

La Indagación sobre lo que las sociedades consideran válido con respecto a un conjunto de conocimientos en una época determinada facilita constatar algunas aplicaciones del trabajo científico, siendo el lenguaje el que permite hacer ese acercamiento. El diseño del OVA tiene en cuenta la utilización de un lenguaje sencillo para la comprensión de unos conceptos y favorecer así la apropiación del lenguaje técnico de la ciencia.

En la construcción de un material didáctico, en este caso el diseño y elaboración del OVA, se tuvo en cuenta visibilizar procesos biológicos y químicos que no son evidentes, que hacen parte de una reconstrucción teórica, para que el estudiante encuentre los

elementos que le permitan establecer relaciones conceptuales a través de la creación de una situación de aprendizaje.

Los OVA son una manera de resignificar la naturaleza del conocimiento escolar, que es científico, discursivo, experimental, diverso y riguroso.

El paso de lo complejo a lo sencillo, requiere afianzar un conocimiento profundo acerca de la temática en cuestión, para lo cual fue importante comprender algunas publicaciones de investigaciones recientes e información científica, filtrarla para compilar de acuerdo al interés particular.

5.2 Recomendaciones

Los OVA permiten la reusabilidad, por ello es importante socializar los OVA en las redes de profesores o ser parte de un banco de objetos de aprendizaje, estar disponibles en la Web, ensamblarlo por ejemplo en la página WEB del colegio.

Los OVA son una herramienta de aprendizaje convirtiéndose en soporte para la enseñanza presencial, por esta razón deben ser mas los profesores que los utilicen para favorecer el aprendizaje de una manera autónoma en el aula.

Es importante que el estudiante siempre esté en contacto con herramientas de aprendizaje que tengan los componentes: ciencia, tics y elementos cotidianos para ser significativo su conocimiento.

Reutilizar material educativo en el sentido que se encuentre permanentemente actualizado, permite elevar su producción en términos de un mejoramiento importante para la calidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Para finalizar, se recomienda elaborar una herramienta diagnóstica que permita evaluar la significatividad y potencialidad del objeto virtual de aprendizaje.

Bibliografía

ASINSTEN, J. 2007. Producción de contenidos para la educación virtual. Biblioteca digital Virtual Educa.

ÁVALOS, A. et al. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145,. ISBN 1989-3620. Departamento de Biología Vegetal (Fisiología Vegetal). Facultad de Biología. Universidad Complutense. Madrid.

BAKKALI, F. et al. 2007. Biological effects of essential oils – A review a Institut Curie-Section de Recherche, UMR2027 CNRS/IC, LCR V28 CEA, Ba[^]t. 110, Centre Universitaire, 91405 Orsay cedex, France b Universite[^] Abdelmalek Essa[^]adi, Faculte[^] des Sciences, Laboratoire de Biologie et Sante[^], BP 2121, Te[^]touan, Morocco Received 29 December 2006; accepted 21 September 2007.

BANDONI, A 2002. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica para la producción de aromas y sabores. CYTED. Ciencia y tecnología para el desarrollo. Libro electrónico en: <http://es.scribd.com/doc/7959699/Los-Recursos-Vegetales-Aromaticos-en-America-Latina>

Bhatia, S. et al. 2008. Fragrance material review on menthol racemic. Rev. Food and chemical toxicology. 46 S228- S233.

BRAMLEY, P.M. (1993a) In *Methods in Plant Biochemistry*, Vol. 9 (P.J. Lea, ed.), pp 281-297. Academic Press, London.

BEYER, H. y WOLFGANG W. 1986. Manual de química orgánica. En libro electrónico: <http://books.google.es/books?id=Pm7INZzKlaoC&pg=PP1&dq=quimica%20organica&pg=PP1#v=onepage&q&f=true>

BONZANI, M. et al. 2007. Estudios anatómicos en especies de *Mentha* (Fam. Lamiaceae) de Argentina. *Arnaldoa* 14(1): 77 – 96. ISSN: 1815-8242. Chapter 5 Isomerisation. The way to menthol. En libro electrónico: <http://www.springerlink.com/index/w144t63241u4x059.pdf>

CHIAPPE, A. 2009. Ensayo: Acerca de lo pedagógico en los objetos de aprendizaje-reflexiones conceptuales hacia la construcción de su estructura teórica. En: *Estudios Pedagógicos XXXV*, N° 1: 261-272.

DEMYTTENAERE, J. 2001. Biotransformation of terpenoids by microorganisms. Atta-ur-Rahman (Ed.) Studies in Natural Products Chemistry', Vol. 25. Elsevier Science B.V. All rights reserved.

GARCIA, A. PEREZ, E. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Rev. Reduca. Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145. ISSN: 1989-3620

GAWORSKI, C. et al. 1997. Week inhalation toxicity study of Menthol Cigarette Smoke *Food and Chemical Toxicology*. Vol 35 pág. 683-692.

GONZALEZ. F. 1991. Nomenclatura de Química Orgánica. Secretariado de publicaciones. II edición. ISBN 84-7684-242-2. En libro electrónico: http://books.google.com.co/books?id=Q_Z8RrSUuu8C&pg=PA122&lpg=PA122&dq=WALLACH+REGLA+DEL++ISOPRENO&source=bl&ots=0QlrRPj_f&sig=PdggU-eY8_DFEh5mmyLxxmT0JEE&hl=es&sa=X&ei=ykafT4DSKsjDgAfKq4TmDQ&ved=0CFEQ6AEwBw#v=onepage&q=WALLACH%20REGLA%20DEL%20%20ISOPRENO&f=false

HECK, J. 2010. A review and assessment of menthol employed as a cigarette flavoring ingredient. *Food and Chemical Toxicology* 48 S1–S38.

IDEP. 2006. Ambientes de aprendizaje en el aula. Una experiencia en colectivo. ISBN 958-8066-49-2.

INEM Francisco de Paula Santander. Proyecto Educativo Institucional. PEI “Construcción y fomento permanente de valores para el desarrollo humano”. 2012.

INEM Francisco de Paula Santander. La educación media diversificada: una alternativa de formación pertinente y de calidad para el siglo XXI. 2012.

KEASLING, J. 2010. Microbial production of isoprenoids. 2010. K. N. Timmis (ed.), Handbook of Hydrocarbon and Lipid Microbiology, DOI 10.1007/978-3-540-77587-4_219, # Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

KEASLING, J. D. Departments of Chemical Engineering and Bioengineering, University of California at Berkeley, Berkeley, CA, USA. Physical Biosciences Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA. Joint Bio Energy Institute, Emeryville, CA, USA.

KUMAR, M. et al. 2011. Insecticidal properties of Mentha species. Centre for Rural Development & Technology, Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi 110016, India. *Industrial Crops and Products* 34 (2011) 802– 817.

MC MURRY, J. 2004. Química orgánica. Sexta edición. thomson

MARTINEZ, A. 2001. Aceites esenciales. Universidad de Antioquia. Facultad de química farmacéutica. En libro electrónico:

<http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>

MENDIVEL, D. Y OLIVARES, M. 2007. Estudio de los metabolitos secundarios volátiles en hojas frescas y secas de *pelargonium graveolens* (geranio), en función del método de extracción y su estado de desarrollo vegetativo. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Química. Bucaramanga.

MONTOYA, G. 2010. Aceites esenciales. Una alternativa de diversificación para el eje cafetero. UNAL. Facultad de ciencias exactas y naturales. Sede Manizales.

MOSHEN, J. 2008. Innovación educativa. Buenos aires. Edición 2. ISBN: 978-950-507-728-1. En libro electrónico:

[http://books.google.com.co/books?id=uOiv0kW8vxqC&pg=PA149&dq="Es+el+resultado+de+un+proceso++de+búsqueda,+promovido+intencionalmente+desde+la+gestión+institucional,+aporta+a+soluciones+pertinentes,+novedosas+frente+a+necesidades+y+](http://books.google.com.co/books?id=uOiv0kW8vxqC&pg=PA149&dq=)

MUNTENDAM, R. et al. 2009. Perspectives and limits of engineering the isoprenoids metabolism in heterologous hosts. *Appl Microbiol Biotechnol* 84:1003–1019
DOI 10.1007/s00253-009-2150-1

MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA. 2006. España Cap. 4 Objetos de aprendizaje en internet como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. Rosabel Roig Vila. En libro electrónico:

http://books.google.com.co/books?id=eyNDm3shO_8C&pg=PA81&dq=objeto+de+aprendizaje&hl=es&sa=X&ei=udrLT7fCApPoggehh_nXBq&ved=0CDUQ6AEwAQ#v=onepage&q=objeto%20de%20aprendizaje&f=false. Edita: Secretaria de Educación técnica. España

OLGUIN, P., RODRIGUEZ, H. 2004. Métodos en biotecnología. Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional Autónoma de México.

PALA, J. 2002. Contribuciones al conocimiento de los aceites esenciales del género "Eryngium" L. Península Ibérica. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. En: <http://eprints.ucm.es/tesis/bio/ucm-t26240.pdf>

SECRETARIA DE EDUCACION DISTRITAL – UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSE DE CALDAS - GRECE "Grupo de investigación en educación en ciencias experimentales". 2008. Orientaciones curriculares para el campo de Ciencia y Tecnología.

TIMSHINA, A. et al. 2008. Asymmetrical Oxidation of Menthone Dithiolane. *Russian Journal of Organic Chemistry*. Vol. 44, No. 7, pp. 1043–1048. ISSN 1070-4280. Pleiades Publishing, Ltd.

VAN DER SCHAFT, P. Chemical Conversions of Natural Precursors. Cap. 13. I.F.F. (Nederland) B.V., P.O. Box 5021, 5004 EA Tilburg, the Netherlands

VAN DER SCHAFT, M. et al. 1997. Advances in biochemical engineering. Springerling: Vol. 55. Pàg 171.

VOIRIN, B. et al. 1996. Developmental changes in the monoterpene composition of mentha x piperita leaves from individual peltate trichomes. Phytochemistry, Vol. 43, No. 3, pp. 573-580. Elsevier Science Ltd. Copyright © 1996 Printed in Great Britain. All rights reserved 0031-9422/96

ZHELJAZKOV, V. Et al. 2012. Distillation waste water can modify peppermint (*Mentha xpiperita* L.) oil composition. Industrial Crops and Products 36 (2012) 420–426.