



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

**MAESTRÍA DE EDUCACIÓN EN CIENCIAS**

**“Construcción y uso de un equipo económico de destilación mediante arrastre por vapor para el desarrollo de habilidades prácticas y trabajo colaborativo con estudiantes de Nivel Medio Superior”**

**TESIS**

Que para obtener el grado de:

**Maestro de Educación en Ciencias**

con orientación en **Química**

Presenta:

**Q. I. Gerardo Paredes Juárez**

Director de tesis:

**M. C. Aarón Pérez Benítez**

Asesores:

**M. C. Leopoldo Castro Caballero**

**M. C. Lidia Meléndez Balbuena**

**MEC. Luis Ángel Aguilar Carrasco**

Puebla, Pue. Septiembre de 2014.

## Dedicatorias

A mi esposa: Isabel.

Por tu amor, comprensión y apoyo para ver culminado este trabajo.

A mis hijos: Barbara y Alam.

Gracias hijos por permitirme robarles algunos años de su infancia para satisfacer mi ego profesional.

A mis padres: Gerardo y Guillermina (†).

Gracias por darme las herramientas básicas para seguir desarrollándome.

A mis hermanos: Alejandro, Manuel, Marisol y Silvia.

En especial a ti flaca, por darme un lapso de lucidez en un momento de incertidumbre y obsequiarme unas noches de desvelo.

A mis sobrinos: Abigail, Iliana, Itzi, Rubén, Antonio, Gerardo y Lidia

Por todos los momentos de convivencia familiar.

A mis cuñadas y cuñados: María, Rubén, Carolina, Ignacio y Susana

Por ser parte de mi familia.

## **Agradecimientos**

A mi director de tesis:

M. C. Aarón Pérez Benítez.

Por su tiempo, paciencia e invaluable enseñanzas para la culminación de este proyecto.

A la comisión revisora:

M. C. Leopoldo Castro Caballero.

M. C. Lidia Meléndez Balbuena.

Dr. Juan Carlos Ramírez García.

Por su análisis crítico y comentarios para la mejora del presente trabajo.

A mis compañeros profesores que aportaron sus conocimientos para el enriquecimiento mutuo de nuestra labor docente y que aunque no aparecen sus nombres y fotografías por razones ajenas a un servidor, saben de antemano que agradezco su disposición y colaboración.

En especial, a los estudiantes del Primer Año Grupo “B” de la generación 2010–2013 de la Unidad Académica “2 de Octubre de 1968”, sin cuya entrega, dedicación y trabajo, no hubiera sido posible la realización de esta investigación.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1. 2. JUSTIFICACIÓN .....	5
1. 3. OBJETIVOS .....	7
1. 4. HIPÓTESIS .....	8
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	9
2. 1. TENDENCIAS ACTUALES EN EL PROCESO ENSEÑANZA–APRENDIZAJE. ....	10
2. 1. 1. El constructivismo: construcción y reconstrucción del conocimiento. ....	11
2. 1. 2. El aprendizaje significativo: relación entre ideas previas y nuevas. ....	16
2. 1. 3. El aprendizaje colaborativo: difícil si, imposible no. ....	20
2. 1. 4. Instrumentos para la evaluación del aprendizaje discente: Mapas conceptuales y V de Gowin. .....	25
2. 2. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS POR DESTILACIÓN. ....	29
2. 2. 1. ¿Qué es la destilación?.....	30
2. 2. 2. Los aceites esenciales. ....	39
2. 2. 3. Revisión histórica de la construcción y diseño de equipos de destilación por arrastre con vapor. .....	47
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....	52
3. 1. GENERALIDADES.....	52
3. 1. 1. Actividades previas a la construcción del equipo de destilación. ....	53
3. 1. 2. Actividades durante la construcción del equipo de destilación.....	56
3. 1. 3. Actividades posteriores a la construcción del equipo de destilación. ....	58
CAPÍTULO IV. RESULTADOS. ....	62
4. 1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....	62
4. 1. 1. Actividades previas a la construcción del equipo de destilación. ....	62
4. 1. 2. Actividades durante la construcción del equipo de destilación.....	72

4. 1. 3. Actividades posteriores a la construcción del equipo de destilación. ....	76
CONCLUSIONES.....	90
BIBLIOGRAFÍA .....	92
ANEXOS .....	96
Anexo I. Implementación del aprendizaje colaborativo (A-Col.) .....	97
Anexo II. Evaluación diagnóstica. ....	98
Anexo III. Estudiantes integrados en equipos de trabajo. ....	99
Anexo IV. Rúbrica para evaluar mapa conceptual.....	100
Anexo V. Equipo: Administración (mapa conceptual). ....	101
Anexo VI. Equipo: Control de calidad (mapa conceptual). ....	102
Anexo VII. Equipo: Finanzas (mapa conceptual). ....	103
Anexo VIII. Equipo: Innovación (mapa conceptual). ....	104
Anexo IX. Equipo: Mercadotecnia (mapa conceptual). ....	105
Anexo X. Equipo: Producción (mapa conceptual). ....	106
Anexo XI. Equipo: Ventas (mapa conceptual). ....	107
Anexo XII. Rúbrica para evaluar V de Gowin. ....	108
Anexo XIII. Equipo: Administración (V de Gowin). ....	109
Anexo XIV. Equipo: Control de calidad (V de Gowin). ....	110
Anexo XV. Equipo: Finanzas (V de Gowin). ....	111
Anexo XVI. Equipo: Innovación (V de Gowin). ....	112
Anexo XVII. Equipo: Mercadotecnia (V de Gowin). ....	113
Anexo XVIII. Equipo: Producción (V de Gowin). ....	114
Anexo XIX. Equipo: Ventas (V de Gowin). ....	115
Anexo XX. Conclusión de la investigación (V de Gowin). ....	116

## INTRODUCCIÓN

La asignatura de química en Nivel Medio Superior (NMS) necesariamente utiliza *el experimento* como un recurso para reafirmar en los alumnos conocimientos pertinentes a la materia. Esto significa que además de enseñar los aspectos teóricos más relevantes de esta ciencia, el docente debe orientar a los estudiantes en el manejo adecuado y preciso de instrumentos y equipos de laboratorio, con la intención de propiciar un aprendizaje significativo que relacione teoría–práctica.

Por tanto, conociendo la característica eminentemente experimental de la química, se entiende que los estudiantes aprenden a través de la práctica constante en los laboratorios o espacios asignados para la misma. Es por ello que quienes enseñamos esta asignatura estamos en la obligación de proponer experimentos que cubran las expectativas de los estudiantes, sin olvidar los contenidos disciplinares. En pocas palabras, los docentes debemos acercar a los alumnos los contenidos disciplinares mediante actividades constructivas que impliquen el desarrollo de su conocimiento y de sus habilidades mediante el trabajo colaborativo.

Considerando esto, los docentes debemos plantear actividades experimentales que despierten la motivación de los estudiantes, de tal modo que lo aprendido sea claro y explícito para ellos; que les permita conocer algunos procesos que les puedan llegar a ser útiles en aspectos cotidianos, y de ser posible, acercarlos al conocimiento de procesos industriales tales como: la elaboración de alimentos, cosméticos, productos de aseo personal, fármacos y productos derivados del petróleo, usados en la vida diaria o que sirven para obtener otros productos.

Las experiencias prácticas bien desarrolladas dejan una serie de aprendizajes significativos y potencialmente pueden generar en los alumnos una ganancia adicional de habilidades y destrezas que propicien una relación más dinámica y estrecha entre grupos de compañeros. Por eso, la propuesta experimental de este trabajo contempla en su desarrollo una metodología de aprendizaje colaborativo que pone énfasis en la construcción social del conocimiento, que de acuerdo con expertos en investigación educativa, es una de las más completas porque va más allá de sólo adquirir contenidos temáticos.

Durante el desarrollo de esta investigación, los alumnos incrementaron sus habilidades de investigación y experimentación en el ámbito de la química, con la finalidad de que construyeran un equipo que sirviera para la destilación y extracción de esencias herbales, frutales y de especias mediante la técnica de arrastre con vapor de agua. Las condiciones indispensables de los materiales utilizados en la construcción de dicho equipo radicaba en que fueran accesibles, de bajo costo, fáciles de ensamblar y adecuados para transportarse. Dicho proceso constructivo realizado por los alumnos, me sirvió de referencia para hacer un análisis del desarrollo de sus habilidades prácticas y de su desempeño en el trabajo colaborativo.

Este trabajo de investigación representó un reto en mi figura como docente, ya que además de mis conocimientos relativos a la asignatura, me fue necesario organizar las actividades del trabajo experimental para involucrar de forma dinámica a los estudiantes, de tal modo que estos logran adquirir los conceptos disciplinares, desarrollar su creatividad y potenciar sus habilidades.

## CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.

*“El experimentador que no sabe lo que está buscando,  
no comprenderá lo que encuentra”*

*Claude Bernard.*

La educación es un proceso dinámico que cambia en función de su entorno, ya sea para adaptarse a él o para modificarlo según las necesidades. A nivel mundial se han producido cambios constantes, que de alguna manera también han influido en la metodología de la enseñanza. La tendencia actual requiere que las estrategias de enseñanza favorezcan el desarrollo de la sociedad del conocimiento, lo que implica una adecuación de los objetivos, la metodología y la didáctica.

Es necesario señalar la importancia de la Didáctica de las Ciencias Naturales al interior de las aulas, sobre todo porque existe una gran diferencia entre la ciencia escolar y la ciencia de los científicos debido al proceso de adecuación del conocimiento científico al ser transmitido en el contexto escolar de enseñanza.

En el Nivel Medio Superior, el programa de Química, tiene como objetivo primordial el estimular en los estudiantes la capacidad de observar, preguntar, así como plantear y resolver problemas. Por esta razón, los contenidos deben ser abordados de manera que tengan relevancia y su aprendizaje sea significativo y duradero; y para cumplir con esta misión, la química deba apoyarse en la experimentación con la finalidad de consolidar y ampliar una serie de conocimientos progresivos.

Por todo lo anterior, considero que la forma de enseñar de los docentes que impartimos la asignatura de química, no se debe limitar a la reproducción y aplicación de conceptos, sino que la constante práctica de estos debe derivar en la adquisición y apropiación de un conocimiento científico aplicado a su vida cotidiana. Es por eso que el diseño de mi investigación se dio de la siguiente manera:

## 1. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Existen factores que son de vital importancia para la generación de una buena experiencia práctica en la asignatura de química, entre los cuales se pueden mencionar:

1. La participación activa de los estudiantes.
2. El espacio físico (laboratorio)
3. Los recursos materiales (instrumentos, equipos y/o reactivos) con los que cuenta la institución educativa.
4. El dominio de la asignatura y habilidades didácticas por parte del docente.

De alguna manera, la usencia de uno o de todos los factores antes mencionados está estrechamente relacionada, de tal modo que al faltar uno de ellos, la enseñanza de la asignatura y de sus objetivos puede verse obstaculizada.

Por ejemplo, la ausencia del primer factor (participación activa de los estudiantes) propicia que la asignatura de química les resulte difícil y tediosa. Más aún si no existe un equilibrio entre teoría y práctica. Es decir, la parte teórica no representa una verdadera motivación sino encuentra una aplicación útil fuera de las aulas.

La carencia del segundo factor mencionado, constituye un conflicto que deriva en una clase puramente teórica y que en consecuencia propicia la falta de motivación por parte de los estudiantes y la carencia de destrezas manuales, de observación y raciocinio que se supone la materia debe proveer y desarrollar al ser impartida.

Como podemos ver, la ausencia del segundo factor puede propiciar el primero y viceversa, pues el hecho de que no exista un espacio físico para la generación de prácticas hace que los estudiantes dispersen su atención, por lo que no se puede hablar de un aprendizaje efectivo y eficaz; y por tanto no se genera una actitud de interés para aprender dicha asignatura.

Lo mismo sucede con el cuarto factor (dominio de la asignatura y habilidades didácticas por parte del docente), pues se puede contar con alumnos que muestren disponibilidad para aprender, contar con instalaciones modernas y los equipos más

sofisticados; pero si el docente carece de los conocimientos para impartir la materia los dos primeros factores pierden su relevancia.

Si bien todos los factores mencionados resultan necesarios, desde mi postura docente considero que existen niveles de jerarquía y que el buen desarrollo en la asignatura de química radica esencialmente en la presencia del primero y cuarto factor; y que aún la ausencia del segundo y tercer factor (espacio físico y recursos materiales), no deberían detener la didáctica de la química, pues esto se puede suplir mediante la creatividad e iniciativa de quienes impartimos la asignatura.

Esto constituye un reto tanto para nosotros los docentes como para los alumnos que asisten a nuestra materia, pues al no contar con el equipo e instrumentos necesarios para el desarrollo experimental, sería pertinente crear situaciones que suplan la carencia de laboratorio y de recursos materiales para que la práctica experimental no se vea obstaculizada.

En el caso que atañe a mi investigación, las interrogantes se centraron en saber: ¿si los estudiantes son capaces de construir un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua, empleando materiales de uso cotidiano?, ¿si una vez construido el equipo de destilación, pueden usarlo correctamente apropiándose de los conceptos disciplinares y procedimientos que implica la destilación? y ¿si durante el trabajo en equipos (que implica la colaboración con sus compañeros), el alumno logra una responsabilidad individual y una interdependencia positiva?

La importancia del proyecto de construcción de un equipo de destilación se basa en el hecho de que es útil en los procesos industriales para la obtención de productos de uso cotidiano, en nuestro caso específico, para la obtención de esencias que pueden ser usadas dentro de la perfumería. Esto nos lleva a la justificación de mi proyecto de investigación.

## **1. 2. JUSTIFICACIÓN.**

La metodología de trabajo de la presente investigación se construyó a través del modelo pedagógico del constructivismo desarrollado por diferentes autores y la cual

se considera desafiante, ya que por un lado permite generar habilidades y destrezas en los estudiantes por medio del trabajo colaborativo; y por otro dar un enfoque práctico y activo.

Considerando que los estudiantes son seres humanos que viven en sociedad y que se relacionan para crecer y desarrollarse a través del contacto entre iguales (estudiante–estudiante) y con expertos (docente–estudiante), la propuesta consistió en construir un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua, realizada bajo un esquema colaborativo.

Se decidió que fuera la técnica de la destilación por arrastre con vapor porque es una de las más antiguas y también la más empleada tanto por la industria química como por los siguientes sectores: la industria de los alimentos, la farmacéutica y la petroquímica.

Este método se sustenta en el punto de ebullición del agua, para la separación de los componentes de una mezcla. Para ello se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. En un primer recipiente, se calienta agua hasta alcanzar su punto de ebullición.
2. El vapor generado por el agua hirviendo, pasa por un tubo hacia un segundo recipiente que contiene la muestra a la que se le extraerá la esencia.
3. Al mezclar el vapor de agua con la muestra, la esencia es arrastrada en fase vapor a lo largo de un refrigerante, con el objetivo de condensar dicho vapor.
4. Al enfriarse el vapor de agua mezclado con el extracto de la esencia de la muestra, se obtendrá la esencia en solución acuosa.

Este proceso genera la separación de los vapores debido a su diferencia respecto a los puntos de ebullición de los distintos vapores, por lo que el factor dominante para la separación de estos es la temperatura, considerado por ello un método físico para la separación de mezclas.

Es un hecho que toda propuesta pedagógica requiere una serie de características indispensables por parte de sus protagonistas dentro del proceso enseñanza–aprendizaje.

Actualmente se requiere que el docente sea sólo una vía entre el conocimiento y el estudiante, poniendo en el centro de este proceso al discente. Es por ello que la demanda social radica en que los docentes deben ser las personas capaces de motivar a los estudiantes para que estos sean los verdaderos protagonistas de todo espacio educativo, adquiriendo una serie de destrezas y habilidades necesarias para plantear soluciones a los problemas globales a los cuales se enfrentará en el futuro.

Ante todo lo anterior, se hizo evidente la necesidad de esclarecer nuestros objetivos tal como se presentan a continuación.

### **1. 3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo general:**

Que los estudiantes de primer año de Nivel Medio Superior:

- Trabajen en equipos de manera colaborativa con la finalidad de adquirir una responsabilidad individual y una interdependencia positiva.

#### **Objetivos particulares**

Que los estudiantes de primer año de Nivel Medio Superior:

- Sean capaces de construir un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua con las siguientes características: que sea económico y que emplee en su construcción materiales de uso cotidiano.
- Adquieran las destrezas necesarias para usar el equipo de destilación de manera adecuada para la obtención de esencias de productos naturales.
- Sean capaces de vincular los conceptos teóricos con los aspectos procedimentales que implica la destilación por arrastre con vapor de agua.

El planteamiento del problema nos lleva a considerar las siguientes hipótesis:

#### **1. 4. HIPÓTESIS**

##### **Hipótesis de investigación:**

Los estudiantes aprenden mejor, desarrollan sus habilidades colaborativas y se sienten más motivados en la asignatura de química cuando realizan trabajos experimentales en equipo.

##### **Hipótesis nula:**

Los estudiantes no aprenden, no desarrollan sus habilidades colaborativas, ni se sienten más motivados en la asignatura de química cuando realizan trabajos experimentales en equipo.

##### **Hipótesis alternativa:**

Los estudiantes aprenden pero no desarrollan sus habilidades colaborativas debido a que no se sienten motivados cuando realizan trabajos experimentales en equipo dentro de la asignatura de química.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

*“Si caminas solo llegarás más rápido,  
si caminas acompañado llegarás más lejos”.*

*Proverbio chino.*

En el presente capítulo abordaré dos temas de especial importancia para el desarrollo de la presente tesis.

Por un lado hablaré de las tendencias actuales en educación con respecto a la enseñanza y el aprendizaje, abordando a autores como: Jean Piaget y Lev Vigotsky quienes hablan de la construcción social del conocimiento; David Ausubel autor de la teoría del aprendizaje significativo, dado que dentro de esta investigación opté por la metodología del trabajo colaborativo, así como también la descripción de los instrumentos de evaluación del aprendizaje obtenido por los discentes.

Por otro lado, se explicarán de manera general las técnicas de separación y purificación de sustancias líquidas por medio de la destilación, en especial la destilación por arrastre con vapor; así como de la clasificación, propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales y de la construcción y diseño de equipos de destilación, dado que el propósito fundamental de la tesis es que los alumnos sean capaces de construir un equipo de destilación por arrastre con vapor para la obtención de esencias.

Empezaré entonces, por mencionar las tendencias educativas que abordan el proceso de enseñanza-aprendizaje y que destacan la importancia de la interacción social para la adquisición de conocimientos, dado que mi labor como docente implica el trabajo con grupos de alumnos en los que la interacción de mi hacia ellos y de ellos con sus compañeros, es indispensable para socializar los conocimientos generados al interior del aula.

## **2. 1. TENDENCIAS ACTUALES EN EL PROCESO ENSEÑANZA–APRENDIZAJE.**

Existen innumerables tendencias teóricas que han permeado la práctica educativa y la enseñanza en México. Los fundamentos teóricos de las prácticas educativas de nuestro país a lo largo de cinco décadas se han ido ajustando a las necesidades, carencias o deficiencias de los entornos y circunstancias del momento, siempre con la clara finalidad de obtener mejores resultados en la educación de los discentes.

Uno de los principales cometidos de las instancias educativas es dotar a los individuos de conocimientos y capacitarlos para su vida diaria, pues las exigencias de nuestro mundo actual, hace necesaria la formación de individuos competentes en todos los ámbitos, principalmente en el educativo y laboral.

Las condiciones imperantes en el entorno educativo y mundial requieren que les presentemos conocimientos accesibles que los hagan reflexionar y adoptar una postura ante la vida, pues de ello depende su incorporación al entorno social y su consideración como “individuos capaces”. Esta adquisición de saberes se produce en los más variados contextos ya sea informales o formales, entre estos últimos podemos ubicar los contextos escolares en los que de manera dirigida podemos adquirir conocimientos que nos capacitan para formar parte de nuestra sociedad y que nos ayudan de manera óptima a poder dominar situaciones donde la interacción con otros individuos es una condición necesaria.

Han sido múltiples las tendencias educativas que han influido en la transmisión de saberes, entre ellas encontramos: la escuela tradicionalista; las llamadas pedagogías críticas, la tendencia a la tecnologización educativa, la educación extraescolar y las teorías curriculares, así como las corrientes pedagógicas, etc.

Mi trabajo de investigación retoma conceptos desarrollados especialmente en estas últimas (corrientes pedagógicas) con autores como Piaget, Vigotsky y Ausubel porque considero que ellos desarrollan dos aspectos importantes que tienen repercusión en el trabajo de grupos: la noción de la construcción social del conocimiento y la del aprendizaje significativo que se explicarán en los dos siguientes apartados.

## **2. 1. 1. El constructivismo: construcción y reconstrucción del conocimiento.**

La influencia de la psicología en el proceso educativo, no resulta novedoso; pues la relación entre la psicología y la educación ha estado siempre presente con el propósito de que el aprendizaje sea más eficaz y favorezca la adaptación de las personas a la escuela.

El constructivismo es una posición compartida por diferentes tendencias de la investigación psicológica y educativa. Entre ellas se encuentran las teorías de Jean William Fritz Piaget (1896-1980), Lev Semionovich Vygotsky (1896-1934) y David Paul Ausubel (1918-2008), que aun cuando ninguno de ellos se denominó constructivista, sus ideas y propuestas claramente ilustran las ideas de esta corriente.

El constructivismo en sus diferentes acepciones considera que el desarrollo y el aprendizaje son el resultado de un proceso de construcción, donde el conocimiento escolar no entra en el alumno como en una caja vacía, pues este posee referencias previas, desde las cuales está en disposición de organizar su propio aprendizaje.

El enfoque constructivista pone énfasis en que los alumnos estén activamente implicados para reflexionar sobre su propio aprendizaje, realizar inferencias y experimentar el llamado "conflicto cognitivo", pues sostiene que el aprendizaje es esencialmente activo.

El constructivismo es una noción vinculada al desarrollo de conocimientos y su versión más conocida es la que se fundamenta en la teoría psicológica de Piaget, acerca del desarrollo intelectual y que destaca la importancia de las competencias del niño en su desarrollo. El enfoque cognitivo-constructivista de Piaget se resume en los siguientes principios generales:

- ✓ El aprendizaje es un proceso constructivo de carácter interno, donde las propias actividades cognitivas del sujeto determinan su aprendizaje.
- ✓ No basta la actividad externa al sujeto para que aprenda, es necesaria su propia actividad interna, de modo que su aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo que posee.
- ✓ El aprendizaje es un proceso de reorganización y reestructuración cognitiva.

- ✓ En el desarrollo del aprendizaje y la instrucción son importantes los conflictos, discrepancias y contradicciones cognitivas que producen un desequilibrio en su sistema cognitivo y estimulan al sujeto a la consecución de un nuevo equilibrio más evolucionado y elaborado.
- ✓ La interacción social favorece el aprendizaje y la instrucción, no por sí misma, sino por las contradicciones y desequilibrios que produce entre conceptos o experiencias (ya sea propias o ajenas) que llevan al sujeto a nuevas reorganizaciones, reestructuraciones y ajustes constantes del conocimiento de forma más elaborada y evolucionada.
- ✓ La experiencia física es con frecuencia una condición necesaria para que se produzca el aprendizaje porque implica una toma de conciencia de la realidad.

En resumen, la teoría de Piaget se centró en el aprendizaje constructivo de carácter individual e interno, y aunque su objetivo no fue ofrecer una sistemática teoría psicoeducativa, sus principios teóricos han detonado un cuerpo de ideas básicas y originales en torno al quehacer educativo, de las cuales menciono únicamente dos:

- El Aprendizaje cognoscitivo por medio de la participación activa y motivada: Define la inteligencia como un proceso adaptativo realizado a través de intercambios activos entre las personas y las características del ambiente. Los conocimientos se derivan de la acción, no como simples respuestas asociativas, sino mediante la asimilación de lo real.
- El proceso de socialización: Para Piaget, el desarrollo pleno de la personalidad del alumno implica su desarrollo social a la par que el intelectual.

Por otro lado, la concepción constructivista de Vigotsky, atenúa el individualismo cognitivo piagetiano, al recuperar el proceso de enseñanza y la interacción grupal en la construcción de los aprendizajes, reafirmando la importancia de los procesos y de la actividad en situaciones pedagógicas.

El autor enfatiza el papel de la cultura y la experiencia. Su aparición en la psicología educativa, amplió los horizontes en aspectos no tomados en cuenta antes de él, tales como la influencia de la interacción social en la adquisición de saberes,

ya que consideraba que dicha interacción impulsaba el desarrollo cognitivo del individuo.

La teoría de Vigotsky se puede aplicar a todas las edades y a diferencia de la teoría de Piaget, no solamente a una etapa del crecimiento. La posición de este autor hace hincapié en la interacción entre las personas y el medio ambiente, donde la mediación es el mecanismo clave en el desarrollo y el aprendizaje.

Vigotsky pensaba que un componente fundamental del desarrollo psicológico era dominar el proceso externo de transmisión cultural y el desarrollo del pensamiento a través de símbolos (como el idioma, la escritura o los símbolos matemáticos). Una vez que este proceso es dominado, el siguiente paso consiste en utilizar estos símbolos para influir y regular el libre pensamiento y las acciones para poder interiorizar el conocimiento. Es importante entender que la interiorización no se trata de un proceso psicológico como “copia” de los procesos sociales, sino de un proceso a través del cual se forma este plano interno en el individuo que posteriormente sufrirá de manera secuencial y gradual, distintas transformaciones. En resumen, su teoría plantea el desarrollo del individuo que se dirige de lo social a lo individual, generando un vínculo que une pensamiento y lenguaje para propiciar una evolución a través de la interacción.

Las aportación de Lev Vigotsky y Jean Piaget han sido fundamentales en la elaboración de un pensamiento acerca de la construcción del conocimiento en el ámbito educativo (Carretero, 2009). Si se analizan profundamente las ideas planteadas por estos dos autores, encontraremos que no difieren mucho en su enfoque: ambos, tienen un propósito educativo y señalan la necesidad (desde sus aportaciones) de ayudar a los alumnos a construir sus propias estructuras cognitivas como un producto de la integración entre cultura, historia y sociedad. La diferencia estriba en que Piaget se centra en el estudio del funcionamiento y el contenido de la mente de los individuos (denominado constructivismo psicogenético); mientras que para Vigotsky el foco de interés se ubica en el desarrollo de dominios de origen social (denominado constructivismo social) (Díaz–Barriga y Hernández, 2002).

El término constructivismo social es el que hace pensar que la adquisición de nuevos conocimientos se lleva a cabo por medio de lo que el estudiante ya conoce

de su realidad al compararlo con el conocimiento de los que le rodean, teniendo como escenario el entorno social.

Según Novak *“el punto de vista dominante sobre el aprendizaje fue que un estímulo (E) del medio ambiente producía una respuesta (R) del organismo y que, mediante su repetición, se formaba un vínculo E–R tal que un E determinado estaba asociado casi ineludiblemente con una determinada R”* (Pórlan, García y Cañal, 1997). Sin embargo, Vigotsky explica que *“el hombre no se limita a responder a los estímulos sino que actúa sobre ellos, transformándolos. Ello es posible gracias a la mediación de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta”* (Pozo, 1989). Es necesario entender, por tanto, que los mediadores son instrumentos que transforman la realidad en lugar de imitarla.

La contribución de Vigotsky es demasiado amplia (pese a su muerte prematura), en ella se encuentran aspectos donde se señala que *“todos los procesos psicológicos superiores (comunicación, lenguaje, razonamiento, etc.) se adquieren primero en un contexto social y luego se internalizan”*. Es decir, cada proceso psicológico superior, primero es a escala social (interpsicológica), y posteriormente es personal (intrapsicológica). Vigotsky menciona además que *“todas las funciones psicológicas superiores se originan como relaciones entre seres humanos”*, es decir, dentro de un contexto social (Carretero, 2009).

El constructivismo como tal, pretende que los alumnos asuman por si mismos la aplicación de una estrategia ante verdaderos problemas, realizando toma de decisiones y una reflexión consiente en torno a la planificación, control y evaluación de la ejecución. Pozo y Gómez mencionan al respecto que *“es necesario que se enfrente al alumno a tareas cada vez más abiertas y al mismo tiempo dejarle cada vez más “solo ante el problema”, para que vaya asumiendo el control estratégico”* (Pozo y Gómez, 2001). En este sentido el legado de Vigotsky, lo constituye la *Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)*, la cual en términos prácticos sería la *transferencia progresiva* del control de las tareas delegadas a los alumnos, propiciando que éstos, con el paso del tiempo, logren hacerlo por si solos.

Por su parte Carretero (2009) propone tres tipos de constructivismo:

- a) *El aprendizaje como proceso individual.*
- b) *El aprendizaje como interacción entre el sujeto y el contexto social.*
- c) *El aprendizaje como resultado del contexto social.*

La primera propuesta resultaría la visión de Piaget auspiciada por la idea de un ser humano que aprende en solitario y al margen de su contexto social. El siguiente inciso se puede considerar una propuesta intermedia entre las aportaciones piagetianas y vigotskianas donde la interacción social entre compañeros de diferentes niveles cognitivos provoca una modificación de los esquemas del individuo favoreciendo el aprendizaje. La tercera propuesta sería la posición radical de Vigotsky donde se asume que el conocimiento no es un producto individual sino social, y que por lo tanto, es un proceso de negociación de contenidos establecidos arbitrariamente por la sociedad.

Finalmente se puede decir que *“la construcción del conocimiento escolar es en realidad un proceso de elaboración, en el sentido de que el alumno selecciona, organiza y transforma la información que recibe de muy diversas fuentes, estableciendo relaciones entre dicha información y sus ideas o conocimientos previos”* (Díaz–Barriga y Hernández, 2002). Esto significa que para que el alumno aprenda debe atribuirle un significado a lo aprendido a través de una representación mental, ya sea por medio de imágenes o proposiciones verbales, transformando, integrando y/o asimilando la información previamente conocida con la información actual.

La combinación de la teoría de Jean Piaget y Lev Vigotsky, fomentan el desarrollo del ser humano tanto en la parte individual (factores endógenos), como en la parte externa (factores sociales) en la interrelación del medio y la sociedad. Estas investigaciones aportan herramientas para el desarrollo del aprendizaje del individuo pudiendo ser utilizadas por un educador o por el aprendiz de acuerdo a sus necesidades.

Otra de las aportaciones referente a la adquisición de conocimientos fue la de Ausubel, la cual será explicada a continuación.

## 2. 1. 2. El aprendizaje significativo: relación entre ideas previas y nuevas.

La teoría del aprendizaje significativo atribuida a David Paul Ausubel es una teoría psicológica del aprendizaje que se ocupa de los procesos que un individuo pone en juego en el aula para aprender. De acuerdo con la siguiente definición “*el aprendizaje significativo es aquel que conduce a la creación de estructuras de conocimiento mediante la relación sustantiva entre la nueva información y las ideas previas de los estudiantes*” (Díaz–Barriga y Hernández, 2002); es decir, es la reorganización entre los “viejos” y los “nuevos” conocimientos adquiridos en el aula. Esto significa que es necesario considerar que este aprendizaje se lleve a cabo bajo ciertas condiciones favorables.

Dado lo anterior, Pozo (1989) considera la Teoría del Aprendizaje Significativo como una teoría cognitiva de reestructuración: “*centrada en el aprendizaje producido en un contexto educativo, es decir en el marco de una situación de interiorización o asimilación, a través de la instrucción*”. Dicha teoría se ocupa de los procesos de enseñanza–aprendizaje de los conceptos científicos a partir de los conceptos previos formados por el estudiante a través de su vida cotidiana, por tal razón, se debe prestar atención a todos los factores que afectan el aprendizaje.

Al hablar de una reestructuración de los conocimientos esta debe ser entendida como la incorporación de los nuevos conceptos, contenidos, ideas y/o esquemas a la información adquirida con anterioridad; de tal modo que ambas, en conjunto representen un aprendizaje relevante para el estudiante. O bien, como menciona Boggino (2002) “*la esencia del aprendizaje significativo reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario sino sustancial con lo que el alumno ya sabe*”. Por lo tanto debe existir una vinculación de la información para que se lleve a cabo una reestructuración cognitiva del estudiante.

De acuerdo a los expertos en el área, existe una serie de condiciones que permiten el logro del aprendizaje significativo como son: la relación del aprendizaje previo que posee el estudiante con la nueva información adquirida de modo *no arbitrario*, *disposición* (actitud y motivación) por parte del estudiante, así como de la *naturaleza* de los materiales o contenidos de aprendizaje (Díaz–Barriga y Hernández, 2002). Es necesario tomar en cuenta estas consideraciones para potencializar el

aprendizaje significativo al momento de planear los contenidos, ya que el docente es un factor determinante para despertar el interés por aprender así como de elevar la motivación de los estudiantes.

Este último panorama nos debe llevar a reflexionar como docentes sobre lo que menciona Ausubel *“los problemas generados por la enseñanza tradicional no se deben tanto a su enfoque expositivo como al inadecuado manejo que hace de los procesos de aprendizaje de los alumnos, por lo que, para fomentar la comprensión, o un aprendizaje significativo, no hay que recurrir tanto al descubrimiento como a mejorar la eficacia de las exposiciones”* (Pozo y Gómez, 2001). Es decir la mejora de la práctica didáctica en torno a un aprendizaje de las ciencias logrando que los estudiantes dominen los conceptos de esta sin descuidar las actitudes y procedimientos empleados.

Ahora bien, se debe considerar que el aprendizaje significativo es un proceso cognitivo que se desarrolla dentro de la mente humana cuando ésta ha integrado nueva información y logra hacer el “engranaje” con el conocimiento previo adquirido de forma tal que internamente esto no representa un rompecabezas con piezas sueltas sino por el contrario, es un extraordinario ensamble en el que la integración se lleva a cabo a partir de la triangulación entre docente, estudiantes y material educativo y en donde cada uno de los partícipes se responsabiliza de su función permitiendo con ello la toma de decisiones de una manera crítica y objetiva.

De acuerdo con Ausubel existen diferentes tipos de aprendizaje escolar que pueden ocurrir en el aula y que derivan en dos dimensiones:

1. Modo en que se adquiere la información.
2. Forma en que el conocimiento se incorpora en la estructura cognitiva del aprendiz.

La primera dimensión se divide en dos tipos: aprendizaje por recepción y aprendizaje por descubrimiento (ya sea autónomo o guiado). Mientras que la segunda, se divide en dos modalidades aprendizaje por repetición y aprendizaje significativo.

Díaz–Barriga y Hernández (2002), mencionan que la primera dimensión corresponde a *“la acción del docente y los planteamientos de enseñanza”*, mientras que la segunda dimensión que la segunda dimensión se relaciona con *“la actividad cognoscente y afectiva del aprendiz”*.

En este sentido, Pozo (1999) señala que *“en función de la naturaleza del conocimiento adquirido”* existen tres tipos básicos de aprendizaje significativo descritos por Ausubel, Novak y Hanesian los cuales son: el aprendizaje de representaciones, de conceptos y de proposiciones.

El aprendizaje de representaciones tiene como objetivo conocer que las palabras representan y significan las mismas cosas que sus referentes. Esto consiste esencialmente en la adquisición de vocabulario.

En cuanto al aprendizaje de conceptos, existen dos formas básicas de aprenderlos: un proceso de formación y un proceso de asimilación. Los conceptos son definidos por Ausubel como: *“objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterio común y que se designan mediante algún símbolo o signo”* (Pozo, 1999). La asimilación de conceptos conduce al tercer tipo de aprendizaje significativo, el aprendizaje de proposiciones.

Este último aprendizaje, consiste en adquirir el significado de nuevas ideas expresadas en una frase u oración que contenga dos o más conceptos. Al respecto Novak dice: *“las proposiciones son dos o más conceptos ligados en una unidad semántica...Utilizando una metáfora un tanto tosca, las proposiciones son las ‘moléculas’ a partir de las que se construye el significado y los conceptos son los ‘átomos’ del significado”* (Pozo, 1999).

De este modo, la tarea docente resulta amplia en cuanto a procurar la existencia del aprendizaje significativo, y que cabe entonces preguntar: ¿cuándo o en que contextos se produce el aprendizaje significativo?

Ausubel asegura que *“para que se produzca un aprendizaje significativo es preciso que tanto el contenido por aprender, como el sujeto que debe aprenderlo cumplan ciertas condiciones”* (Pozo 1999):

- Que el contenido por aprender no sea arbitrario y que posea un significado lógico o potencial. Esto se cumple si los elementos están organizados en una estructura de tal forma que las distintas partes de esa estructura se relacionen entre sí y no sólo se encuentren sobrepuestas.
- En cuanto a las condiciones de la persona que debe aprenderlos, se sugiere: disposición, dado que comprender requiere siempre un esfuerzo y tener algún motivo para esforzarse. Si el alumno no está dispuesto a esforzarse en relacionar y se limita únicamente a repetir el material, no habrá aprendizaje significativo. Sin embargo, además de contar con un material que posea una organización estructurada y disposición por parte de la persona que debe aprender; es preciso revisar su estructura cognitiva, ya que ésta debe contener ideas con las que pueda ser relacionado el nuevo material. Es decir, el aprendizaje significativo es producto de la interacción entre un material o una información nueva y la estructura cognitiva ya existente, por lo que debe existir una relación o asimilación de la nueva información con algún concepto que ya posea en su estructura cognitiva que resulte relevante para el que intenta aprender.

Todo esto resulta relevante para nosotros como docentes, pues en base a los contenidos programáticos es necesario seleccionar los materiales adecuados a las necesidades y condiciones de cada uno de los grupos en los que impartimos la asignatura.

En lo que llevamos del capítulo podemos ver que Piaget, Vigotsky y Ausubel consideran que todo individuo que aprende, posee estructuras cognitivas previas que ha construido a través de sus experiencias a lo largo de la vida. Es decir, el sujeto aprende inmerso en su entorno social y es a partir de ese conocimiento que cualquier conocimiento nuevo es asimilado y amalgamado con los conocimientos anteriores. La discrepancia entre los autores radicaría en el hecho de que Piaget y Ausubel consideran que el individuo es quien se encarga de dirigir sus procesos constructivos (tanto internos como externos), a la hora de adquirir conocimientos. Mientras que Vigotsky apela no solo por la participación activa del sujeto sino que en primera instancia aboga por la interacción en sociedad, para posteriormente interiorizar los conocimientos adquiridos.

Esta postura de Vigotsky, resulta relevante para mi trabajo en vista de que la mayor parte de nuestra labor docente se realiza en grupos que requieren primero de la interacción social para el desarrollo de sus conocimientos. Es importante que durante dicha interacción, se procure un aprendizaje eficaz mediante el planteamiento de conflictos cognitivos que los lleven a replantearse sus estructuras cognitivas y a la participación activa dentro del grupo, con la finalidad de que establezca un control estratégico de su propio conocimiento. Esto nos lleva a plantear, la necesidad de un aprendizaje colaborativo dentro de los grupos, tema que desarrollaremos a continuación.

### **2. 1. 3. El aprendizaje colaborativo: difícil si, imposible no.**

La palabra “colaborar” proviene del latín *collaborare* que significa trabajar con otra u otras personas para que juntos alcancen objetivos comunes al desarrollar una actividad específica. Esto significaría que, los estudiantes deberían aprender los contenidos temáticos propuestos por el currículo de una asignatura al trabajar con uno o más de sus compañeros de clase.

Actualmente el aprendizaje en pequeños grupos de trabajo se ha designado de distintas maneras: desde aprendizaje colaborativo, aprendizaje cooperativo, aprendizaje con la ayuda de compañeros, aprendizaje en equipo hasta aprendizaje en grupo. Sin embargo, la mayoría de perspectivas se han centrado en los dos primeros términos (Barkley, Croos y Major, 2007).

Aunque los términos colaborativo y cooperativo tienen significados similares y en ocasiones hasta son utilizados como sinónimos, para la gran mayoría de investigadores en educación existe la controversia de si significan lo mismo cuando se aplican al aprendizaje en grupo. Para quienes insisten en una distinción entre ambos aprendizajes por razones epistemológicas, existe una tendencia a la clarificación de la nomenclatura del aprendizaje interactivo en grupo que utiliza la expresión aprendizaje colaborativo en la educación superior y la de aprendizaje cooperativo en la educación secundaria y primaria. Sin embargo, para este trabajo

utilizaremos de manera indistinta el término aprendizaje colaborativo (A-Col), para referirnos tanto al aprendizaje cooperativo como al aprendizaje colaborativo.

El aprendizaje cooperativo según Ferreiro, *“se remontan a la historia de la humanidad, ya que es difícil entender la evolución del hombre como ser humano sin considerar factores decisivos como el intercambio, la interdependencia, la socialización de procesos y resultados y la actividad grupal”* (Ferreiro y Calderón, 2009).

En el ámbito educativo se aborda el tema de los beneficios cognitivos y la eficacia para alcanzar los objetivos propuestos por los docentes en este método de enseñanza al interactuar entre compañeros de grupo, mediante actividades de aprendizaje. Se debe aclarar que los roles del profesor y el estudiante, dentro de esta metodología son muy distintos comparados con la enseñanza tradicional.

A partir de la revisión y análisis de la bibliografía acumulada sobre el aprendizaje colaborativo, se optó por la utilización de esta técnica de trabajo para la realización de la presente investigación, ya que se reportan más ventajas que dificultades en el alcance de los objetivos de aprendizaje propuestos en el salón de clase.

En la práctica educativa, el aprendizaje colaborativo ha llegado a significar que los estudiantes trabajan por parejas o en pequeños grupos para lograr objetivos de aprendizaje comunes. El aprendizaje dentro del salón de clase debe entenderse como un proceso grupal, no sólo porque es una actividad que se realiza habitualmente con otros, sino por su relación con la vida y la experiencia acumulada de las personas que intervienen, lo que hace del aprendizaje una construcción social.

De acuerdo a la propuesta pedagógica, el aprendizaje colaborativo consistiría en que, los estudiantes, al integrar grupos de trabajo generen experiencias y compartan de forma equitativa las actividades propuestas. Buscando en cada actividad propuesta, el incremento cognitivo y la asimilación de los contenidos temáticos de la asignatura correspondiente. El aprendizaje colaborativo tiene su origen en el constructivismo social y parte de la premisa de que el conocimiento se

construye a partir del consenso y la interacción entre compañeros que dialogan y se ponen de acuerdo para llegar a un punto de vista común.

Muchas ocasiones, las instituciones educativas y los mismos programas de estudio promueven el aprendizaje individual y la competencia entre los alumnos. De tal modo que la tarea de aprendizaje pasa a un segundo término y el alumno no siente la necesidad de aprender, por lo que la estructura de aprendizaje no logra su objetivo. Díaz–Barriga y Hernández (2002) afirman que: “*cuando existe un esquema individualista o competitivo, se evalúa a los alumnos con pruebas basadas en el criterio, y cada uno de ellos trabaja sus materiales o textos ignorando a los demás, provocando que la comunicación entre compañeros de clase no sólo sea desestimada, sino castigada*”.

Surge entonces la pregunta: ¿cuáles son los componentes básicos para que un grupo de aprendizaje colaborativo sea eficaz? Los hermanos Johnson junto con Smith hacen una relación de cinco elementos que consideran esenciales para que un grupo de aprendizaje cooperativo tenga éxito:

1. *Interdependencia positiva*: El éxito de las personas está vinculado al éxito del grupo; las personas tienen éxito en la medida en que el grupo lo obtiene. Así, los alumnos están motivados para ayudarse mutuamente a conseguir los objetivos del grupo.
2. *Interacción promotora*: Se prevé que los alumnos se ayuden y apoyen activamente entre sí. Los miembros del grupo comparten recursos, apoyan y estimulan los esfuerzos de los demás por aprender.
3. *Responsabilidad individual y de grupo*: Se considera al grupo responsable de lograr sus objetivos. Cada miembro se compromete a realizar su parte del trabajo; se evalúa individualmente a los estudiantes.
4. *Desarrollo de las competencias de trabajo en equipo*: Se exige a los alumnos que aprendan la asignatura y también que adquieran competencias interpersonales y de pequeño grupo necesarias para actuar como parte de un grupo. Las competencias de trabajo en equipo deben enseñarse de manera tan centrada y precisa como las competencias académicas.

5. *Valoración del grupo*: Los estudiantes deben aprender a evaluar la productividad de su grupo. Tiene que describir que acciones de los miembros son útiles y cuáles no y decidir lo qué deben seguir haciendo y lo que han de cambiar. (Johnson, Johnson y Smith, 1998; citado en: Barkley, Cross y Major, 2007, Pág. 21).

Se debe mencionar que la mayoría de estudios relacionados con el aprendizaje colaborativo destacan la importancia de la interacción promotora y la responsabilidad individual. Estos dos aspectos proponen que los alumnos deben aprender a trabajar en equipo, ser responsables de su propio aprendizaje así como del de sus compañeros. Estas características dejan ver que el aprendizaje colaborativo es una metodología que se debe estructurar de manera adecuada para implicar activamente a los alumnos y aprender las competencias de trabajo en equipo, valorando lo que cada uno de ellos puede aportar desde su experiencia académica y social.

Existen estudios que muestran la superioridad de aquellos que se desarrollan dentro de una estructura colaborativa con respecto a aquellos que se desenvuelven bajo un esquema competitivo o individualista. De acuerdo con Slavin *“el aprendizaje cooperativo tiene mayores efectos en el aprendizaje del estudiante cuando se recompensa a los grupos a través del aprendizaje individual de sus miembros”* (Slavin, 1996; citado en: Barkley, Cross y Major, 2007, pág. 26). Las evidencias de que esta metodología presenta más ventajas que desventajas, son tan convincentes que sería poco acertado no utilizarla para hacer funcionar de manera productiva nuestros grupos.

Es necesario mencionar que, en palabras de: Arends (2007): *“este modelo ayuda a promover una mayor tolerancia de las diferencias, a enseñar habilidades grupales y sociales importantes y a mejorar el aprovechamiento académico”*. El autor no descarta la posibilidad de una resistencia hacia el aprendizaje cooperativo y justifica su respuesta manifestando que algunas ocasiones los miembros de una comunidad de aprendizaje valoran los esfuerzos independientes, es decir optan por un aprendizaje individualista.

Otra evidencia de que el aprendizaje colaborativo resulta benéfico cuando se logra estructurar un marco sólido de estrecha colaboración y gestión dinámica de los

procesos lo da Vernooy (2010) quien presenta tres casos del manejo de los recursos naturales en Asia, basados en una filosofía de aprender juntos y aprender unos de los otros a partir del desarrollo de relaciones significativas útiles. Los tres ejemplos representan formas novedosas de desarrollo de la capacidad organizacional a través de un aprendizaje social.

Cabe mencionar que el Aprendizaje Colaborativo (A-Co) tiene bastantes puntos de relación con la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ya que la resolución de problemas reales es el eje de esta metodología y la manera de afrontarlos se puede realizar de forma grupal tal como lo señala Escribano (2010). Esta autora menciona también que una buena estructura y una planificación adecuada del aprendizaje colaborativo resulta una propuesta metodológica atractiva para la resolución de problemas, además de una oportunidad de formación personal y social y una posibilidad para la reconstrucción y producción de conocimientos.

Dado lo anterior se debe observar que el aprendizaje colaborativo tiene una serie de características que para implementarlo en el aula deben ser consideradas, si se quiere tener buenos resultados:

Uno, se debe iniciar por orientar a los estudiantes para que estos asuman nuevos roles y desarrollen competencias diferentes a las acostumbradas en las aulas tradicionales.

Dos, se deben tomar decisiones respecto a cómo formar grupos ya que esto tiene implicaciones como el tipo de grupo que se quiere formar o incluso el tamaño del mismo ya que esto tiene que ver con la duración del trabajo y el buen funcionamiento del grupo.

Tres, una vez que se ha determinado el tiempo que durará el trabajo y la cantidad de integrantes que formarán el grupo, es necesario estructurar la tarea de aprendizaje donde se deben incorporar actividades que fomente el aprendizaje colaborativo de tal modo que esto debe entenderse como un proceso continuo.

Cuatro, facilitar la colaboración de los estudiantes, darles apoyo, vigilar que los grupos se autocontrolen y fomentar su confianza en ellos mismos cuando desarrollen

la tarea de aprendizaje, de tal modo que si existieran problemas, el profesor tiene que abordarlos para un buen desarrollo de la actividad.

Cinco, calificar y evaluar el aprendizaje colaborativo. Esta actividad puede resultar problemática para el docente; sin embargo, si los alumnos están capacitados para responsabilizarse de su aprendizaje de forma individual, se puede fomentar la autoevaluación y la coevaluación.

Las cinco características del aprendizaje colaborativo, se pueden visualizar con mayor claridad en el Anexo I denominado “Implementación del aprendizaje colaborativo” donde se muestra, mediante un mapa conceptual, las actividades que se deben realizar al implementar el aprendizaje colaborativo con la finalidad de optimizar los resultados dentro y fuera del aula.

Al utilizar el aprendizaje colaborativo como una herramienta, promovemos la adquisición de saberes mediante la interacción social y de esa manera aseguramos que a través de la experiencia acumulada y compartida por los grupos cada individuo reestructure e incremente sus conocimientos a la vez que se alcanzan los objetivos planteados en la actividad docente.

De este último punto, se desprende una cuestión importante: ¿cuáles son los instrumentos adecuados para medir el incremento cognoscitivo de los estudiantes? En esta investigación se propuso el uso de dos instrumentos de evaluación: Mapas conceptuales y V de Gowin, de los cuales se describirán los elementos esenciales en el siguiente apartado.

#### **2. 1. 4. Instrumentos para la evaluación del aprendizaje discente: Mapas conceptuales y V de Gowin.**

En este apartado, es necesario describir dos de los instrumentos que se utilizaron para valorar los aprendizajes de los estudiantes y que serán analizados en el capítulo cuatro. La evaluación de los mapas conceptuales, se realizó en base a lo plasmado en el Anexo IV y en el caso de la V de Gowin, con base en el Anexo XII.

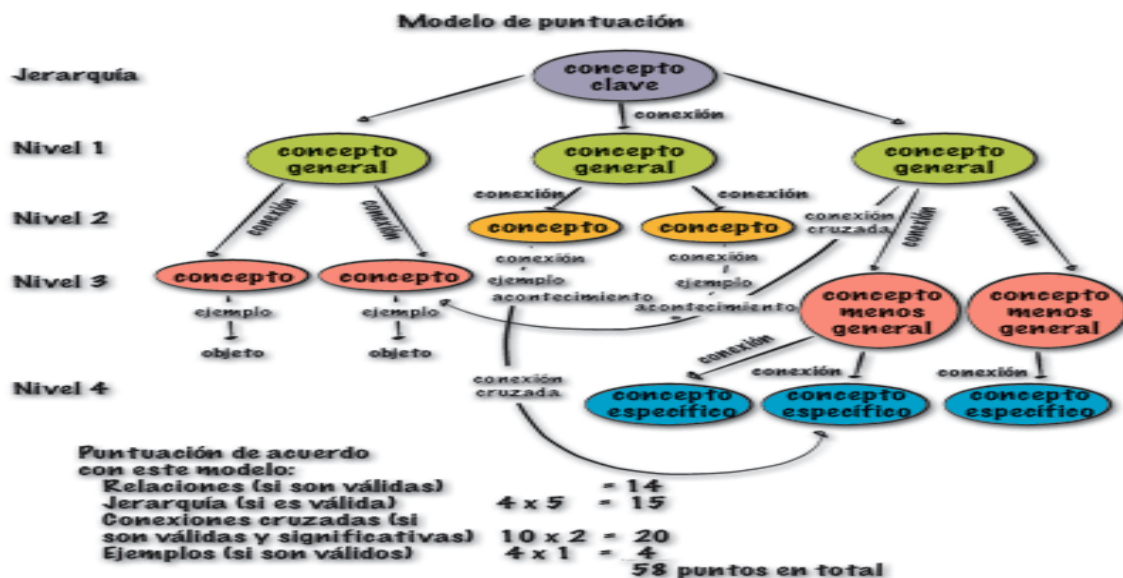
- Mapas Conceptuales:

Moreira (1988) define a los mapas conceptuales como: “Diagramas bidimensionales que muestran relaciones jerárquicas entre conceptos de una disciplina y que derivan su existencia de la propia estructura de la disciplina”. De ahí que los mapas conceptuales deben caracterizarse por una estructuración jerárquica de conceptos propios de un área específica ligados por una serie de palabras.

La invención de la técnica de los mapas conceptuales data del año de 1972 con Joseph Novak como su creador. Los aspectos teóricos del mapa conceptual se encuentran respaldados en la teoría educativa del propio Novak y en la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel. Respecto a esta técnica es necesario hacer ciertas distinciones ya que como menciona Aguilar (2006), el mapa conceptual, por su aspecto visual, se parece a otras formas de representación gráfica como las redes semánticas, mapas mentales, cuadros sinópticos, diagramas de flujo y algunas otras más.

Dicho lo anterior; resulta por tanto, necesario señalar lo que para Novak y Gowin (1988) son los criterios más importantes para la construcción de los mapas conceptuales (figura 1):

1. *Proposiciones*: Estas indican si las relaciones de significado entre dos conceptos mediante la línea que los une y mediante la (s) palabra (s) de enlace correspondiente (s) son válidas.
2. *Jerarquía*: Se refiere a un modelo que va de lo general a lo específico. Cada mapa conceptual debe tener los conceptos más generales o inclusivos en la parte central-superior. Mientras que los conceptos subordinantes, se desprenderán del concepto central en dirección descendente.
3. *Conexiones cruzadas*: Las conexiones cruzadas pueden indicar capacidad creativa de los alumnos por lo que hay que prestar atención especial para identificarlas y reconocerlas.
4. *Ejemplos*: Los ejemplos son patrones válidos de lo que designa el término conceptual.



**Fig. 1.** Modelo de puntuación de mapas conceptuales (Tomado de Novak y Gowin, 1988)

De acuerdo con González (2008) el número de conceptos debería estar comprendido entre veinte y treinta, naturalmente dependiendo del contexto; sin embargo, también señala que no se deben introducir párrafos como conceptos, ya que es necesario seleccionar la información.

González (1992) señala que los alumnos deben construir sus propios mapas conceptuales, y evitar la tendencia a construir diagramas de flujo, que presentan secuencias de acontecimientos en vez de relaciones supraordenadas–subordinadas entre conceptos. Incluso Obaya y Zambrano (1998) mencionan algo similar al decir: “que una interpretación errónea acerca de los mapas conceptuales es pensarlos, o construirlos, como diagramas de flujo”.

De acuerdo con Hein–Fry y Novak (1990; citado en González, 2008, pág. 59) la existencia y determinación de enlaces cruzados puede indicar una síntesis de conceptos relacionados, una nueva interpretación de antiguas ideas y algún grado de pensamiento divergente o creativo por parte de los estudiantes.

Actualmente existen distintos software como Cmap Tools desarrollado por en el Institute for Human and Machine Cognition (IHMC) por Alberto Cañas y su equipo, que han facilitado y optimizado en gran manera el proceso de elaboración de Mapas Conceptuales (González, 2008), pues pueden ser utilizados por los estudiantes como una herramienta para su construcción y diseño.

- V de Gowin:

En 1977 D. Bob Gowin invento la V como medio para representar los elementos implicados en la estructura del conocimiento (Novak, 1991; Escudero y Moreira, 1999). Este instrumento (también llamado V de Gowin o diagrama en V) está basado en una perspectiva constructivista y se considera como una contribución exitosa para ayudar a profesores y estudiantes a entender el propósito del trabajo científico en el laboratorio (Sansón y colaboradores, 2005). Este diagrama está constituido por tres partes:

Una parte central, que plantea la pregunta que origina la búsqueda del conocimiento dispuesta en la parte superior; así como un apartado en el que se localizan los objetos utilizados y los acontecimientos que suceden durante el proceso experimental localizados en la parte inferior.

Una columna del lado izquierdo de la V donde se ubica la parte conceptual/teórica en la que se puede encontrar los siguientes elementos: filosofía, teoría, principios y conceptos.

Una columna de lado derecho de la V en la que se ubica el dominio metodológico/práctico y donde encontramos los siguientes elementos: juicios de valor, juicios de conocimiento, transformaciones y registros.

La forma en V no es casualidad, sino que ha sido pensada para enfatizar que ambos lados, el conceptual/teórico y metodológico/práctico, están dirigidos a referirse a objetos y acontecimientos en el proceso de producción de conocimientos (González, 2008). El lado izquierdo o conceptual, de la V, representa el caldo de cultivo adecuado para que surjan cuestiones apropiadas para el desarrollo cognitivo. Simétricamente se encuentra el lado metodológico en el que se identifican lo que ha sido observado, recogido y manipulado en el laboratorio para que registros y datos sean acumulados para justificar el juicio de conocimiento (figura 2).

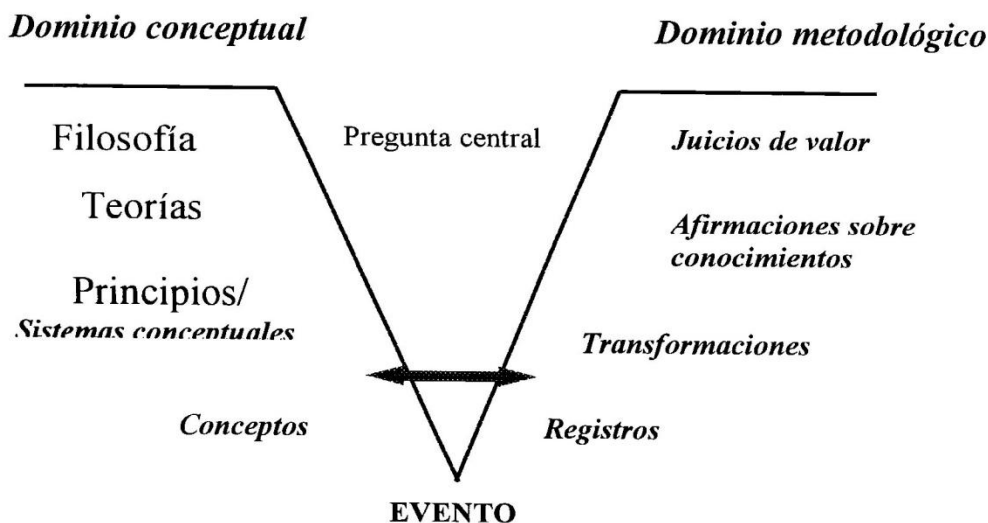


Fig. 2. Elementos esenciales de la V de Gowin.

De los doce elementos propuestos por Gowin, sólo once serán considerados en este trabajo a excepción de cosmovisión y serán evaluados en función de lo descrito en el anexo XII.

Moreira considera respecto a la V de Gowin, que: “es de suma importancia la interacción entre los dos componentes: el componente conceptual (pensar) y el componente metodológico (hacer); ambos necesarios para la comprensión de la naturaleza y la producción del conocimiento” (Escudero y Moreira, 1999).

Hasta este punto, hemos terminado los aspectos teóricos que hacen referencia a las acciones que deben ser tomadas en cuenta en la enseñanza y que son determinantes y contribuyen en un aprendizaje efectivo. Lo que viene a continuación se relaciona directamente con la ejecución de la tarea asignada al discente, es decir, la construcción de un equipo de destilación por arrastre con vapor.

## 2. 2. TÉCNICAS DE SEPARACIÓN Y PURIFICACIÓN DE SUSTANCIAS LÍQUIDAS POR DESTILACIÓN.

Como ya habíamos mencionado al inicio de este capítulo, en este apartado, se describirán las técnicas de separación y purificación de sustancias líquidas por medio

de la destilación, en especial la destilación por arrastre con vapor; así como de la clasificación, propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales y de la construcción y diseño de equipos de destilación. Todos estos aspectos resultan necesarios, porque constituye el corpus teórico que el docente y el alumno necesitan dominar para emprender la actividad planeada por el docente, a saber, la construcción de un equipo de destilación por arrastre con vapor para la obtención de esencias. Dicha actividad no pertenece, como tal al currículo de la asignatura de química, sino que se propuso como una actividad para los fines específico de esta investigación.

### **2. 2. 1. ¿Qué es la destilación?**

El proceso de la destilación fue inventado por los alquimistas egipcios, quienes emplearon gran cantidad de aparatos diseñados para vaporizar sustancias volátiles y tratar los metales con ellas. Posteriormente, fueron los alquimistas griegos, en el siglo primero de nuestra era, quienes inventaron el alambique para destilar sustancias. Dicho alambique o destilador, estaba compuesto por tres partes: Una vasija en la que se calienta el material que se va a destilar, una parte fría para condensar el vapor producido y un recipiente para recogerlo. (Valiente–Barderas, 1996).

También con el tiempo, los árabes fueron los primeros en mezclar hierbas y flores con alcohol o agua, para destilar las mezclas y producir con ello un perfume líquido. Las esencias formaban una capa fina en la parte superior de la mezcla y podían separarse por decantación. Éste procedimiento propició la aparición de la destilación por arrastre con vapor.

La destilación es un proceso físico empleado en la industria química, petroquímica, alimentaria, farmacéutica y perfumera; para la separación de los componentes que forman mezclas de líquidos miscibles. La destilación constituye la separación de dos o más líquidos que son calentados hasta llegar a su punto de ebullición, para posteriormente enfriar los vapores para su recuperación en fase líquida a través de la condensación. (Valiente–Barderas, 1996).

Existen principalmente cuatro métodos de destilación que son:

- A) Destilación simple.
- B) Destilación fraccionada.
- C) Destilación a vacío (o a presión reducida)
- D) Destilación por arrastre con vapor

A) Destilación simple: Es uno de los métodos más antiguos de purificación y separación de compuestos químicos. Se ha utilizado extensamente tanto en la industria, como en los laboratorios escolares y de investigación. La destilación de bebidas alcohólicas fue el origen histórico de este proceso.

Este método se utiliza en los siguientes casos:

- Para separar un componente volátil de otros componentes no volátiles.
- Para separar un componente volátil de otros componentes volátiles, siempre que la diferencia entre sus puntos de ebullición sea de 30°C o más (Cervantes y Loredo, 2009).

En estos dos casos la destilación simple es eficaz, es decir, se puede realizar la separación completa de los componentes volátiles de la mezcla.

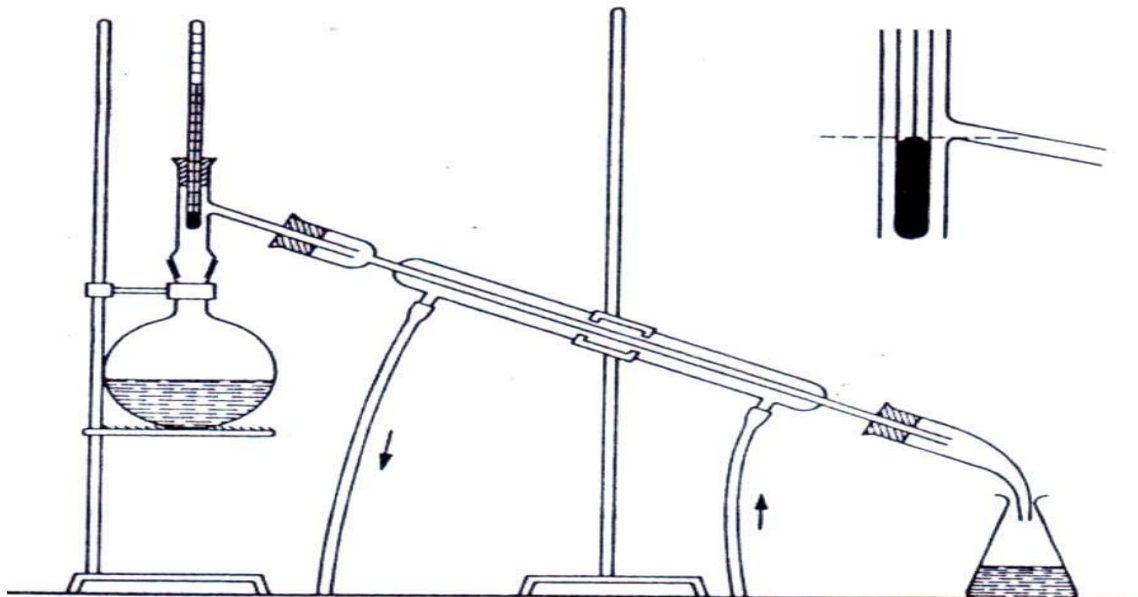
El equipo necesario para llevar a cabo una destilación simple es el siguiente:

- *Fuente de calefacción.* Se recomienda el empleo de una manta eléctrica, de tamaño adecuado al matraz de destilación, provista de un reóstato para regular la temperatura de calefacción.
- *Matraz de destilación.* Deben emplearse matraces de fondo redondo, de tamaño adecuado para que al comienzo de la destilación estén llenos hasta la mitad de su volumen.
- *Cabeza de destilación.* Es la pieza que une el matraz de destilación con el termómetro y el refrigerante. No es necesario sujetarla con la pinza metálica, puesto que se adapta al matraz y queda sujeta verticalmente.
- *Termómetro.* Se recomienda el empleo de termómetros provistos de junta esmerilada, ya que encajan perfectamente en la cabeza de destilación.

- *Refrigerante*. Debe utilizarse un refrigerante recto, que se coloca en la salida lateral de la cabeza de destilación, con el ángulo dictado por ella, evitando tensiones.
- *Alargadera*. Es la pieza que dirige el destilador al matraz colector. Debe adaptarse al refrigerante y sujetarse mediante un muelle o una pinza de plástico tipo *clip*. No se deben engrasar sus bocas esmeriladas, ya que no van a ser sometidas a calefacción.
- *Matraz colector*. Se recomienda el empleo de matraces con boca esmerilada, que se adaptan a la alargadera y se sujetan mediante un muelle o una pinza tipo *clip* (Martínez y Csákÿ, 2001).

Finalmente existe una serie de recomendaciones básicas en torno al montaje y desarrollo de la destilación simple como es que las pinzas que sujetan tanto el matraz como el refrigerante deben ir recubiertas de goma o de asbesto, puesto que los choques mecánicos o incluso térmicos pueden romper el vidrio.

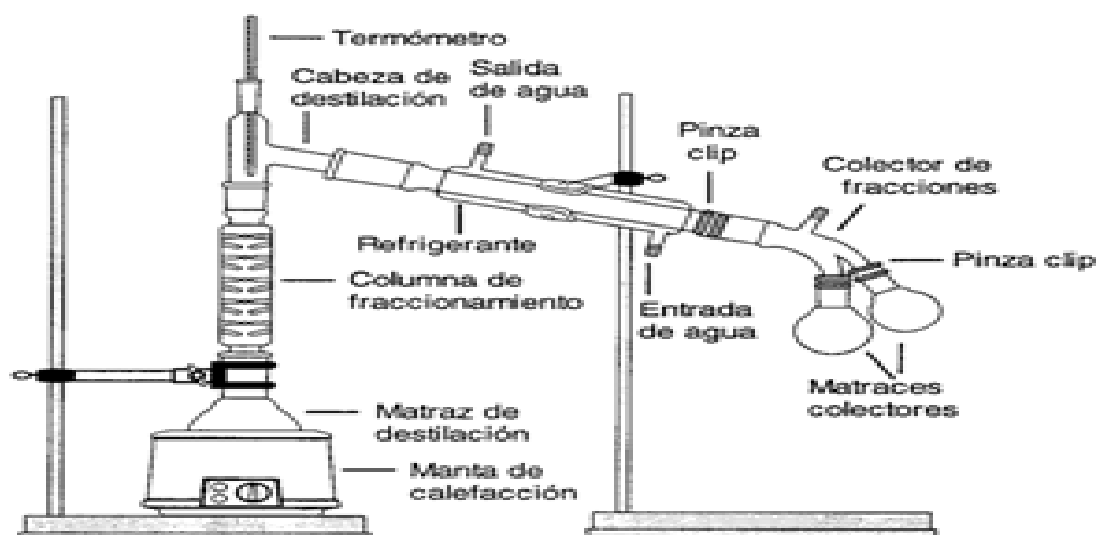
Debe emplearse material de vidrio con bocas esmeriladas si se dispone de él. Para evitar la formación de burbujas en el seno del líquido es recomendable agregar perlas de vidrio para evitarlo y conseguir una ebullición continua, controlada y homogénea.



**Fig. 3.** Aparato de destilación simple (Brewster, Vanderwerf y Mcewen, 1978).

B) Destilación fraccionada: Es un recurso por el que se realiza una serie de minúsculas separaciones en una única operación continua. Una columna de fraccionamiento proporciona una gran superficie para que los vapores ascendentes y el condensado descendente intercambien calor, haciendo posible que tengan lugar muchas evaporaciones y condensaciones parciales a lo largo de la columna. A medida que los vapores calientes suben a través del relleno se van condensando en todas las zonas de la columna. Al descender tiene lugar un intercambio de calor continuo con los vapores calientes, que ascienden en la superficie del relleno (Brewster, Vanderwerf y McEwen, 1978).

Una forma sencilla para aumentar la superficie de contacto de la columna estriba en construirla con una serie de indentaciones a los lados. Una columna de este tipo se denomina *columna Vigreux*, y las hendiduras aumentan la separación del vapor. A medida que el vapor sube por la columna, encuentra mayor superficie de vidrio de la que encontraría si la columna tuviera las paredes lisas. Las columnas Vigreux son columnas de destilación adecuadas y aportan varios platos teóricos. En todo caso si no se contara con ésta, se recomienda una columna de fraccionamiento con relleno. Los materiales usados como relleno en las columnas de destilación comúnmente son perlas de vidrio (Durst y Gokel, 1985).

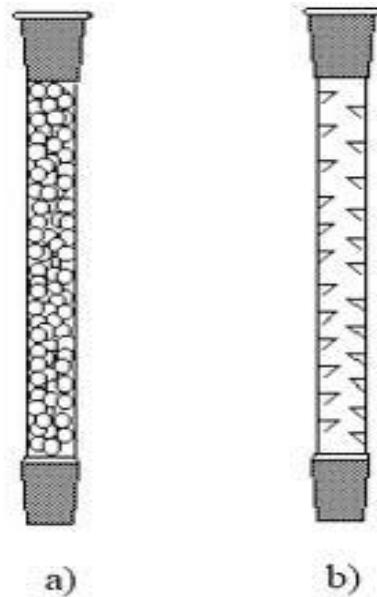


Destilación fraccionada.

Fig. 4. Equipo de destilación fraccionada (Martínez y Csáky, 2001).

El equipo necesario para llevar a cabo una destilación fraccionada es similar al que se ocupa en una destilación simple y solo se reemplazan los siguientes materiales por sus análogos; es decir, el refrigerante recto se cambia por una columna de fraccionamiento y la alargadera se cambia por un colector de fracciones (Martínez y Csákÿ, 2001):

- a) *Columna de fraccionamiento*. Consiste en un tubo de vidrio relleno de un empaquetado, que se coloca entre el matraz y la cabeza de destilación. La capacidad de separación de una columna se denomina *eficacia* y depende de su longitud y del tipo de relleno (Fig. 3a). La eficacia se mide en *platos teóricos*, siendo cada plato teórico el equivalente a una destilación simple. Las columnas empleadas con más frecuencia son las de tipo Vigreux (Fig. 5b).



**Fig. 5.** a) Refrigerante de aire relleno de perlas de vidrio, b) Columna *Vigreux*.

- b) *Colector de fracciones*. En lugar de la alargadera empleada en la destilación simple, se utiliza un colector de fracciones unido a varios matraces, lo que permite ir cambiando de matraz colector en función de la temperatura de destilación de manera rápida, por simple giro del sistema. El colector de fracciones más común es el de tipo *piglet* (figura 2), con dos o tres salidas.

C) Destilación a vacío (o a presión reducida): En este tipo de destilación, la presión externa se reduce, con la finalidad de disminuir el punto de ebullición de la mezcla. Para reducir la presión externa se aplica vacío al aparato de destilación conectándolo a la bomba que succiona el aire contenido en el interior del aparato. Este tipo de destilación se utiliza principalmente en la separación y purificación de compuestos inestables y sensibles al calor, que no se pueden destilar a presión atmosférica. Un ejemplo práctico de la destilación al vacío es la separación y purificación del aceite de pescado para producir vitamina A (Cervantes y Loredo, 2009).

La estabilidad en el punto de ebullición es un condicionante para todas las destilaciones que se llevan a cabo a presión atmosférica. Si la presión total sobre la disolución es menor que la presión atmosférica, las contribuciones de las presiones de vapor a una temperatura menor serán lo suficientemente grandes como para permitir la destilación. Esto resulta del hecho de que el líquido o la mezcla de líquidos hierven a una temperatura muy inferior a la requerida a la presión atmosférica. El aumento en la volatilidad de un líquido como consecuencia de la reducción de la presión puede ser una gran ventaja para purificarlo (Durst y Gokel, 1985). En la Figura 4 se muestra el equipo necesario para la destilación a vacío.

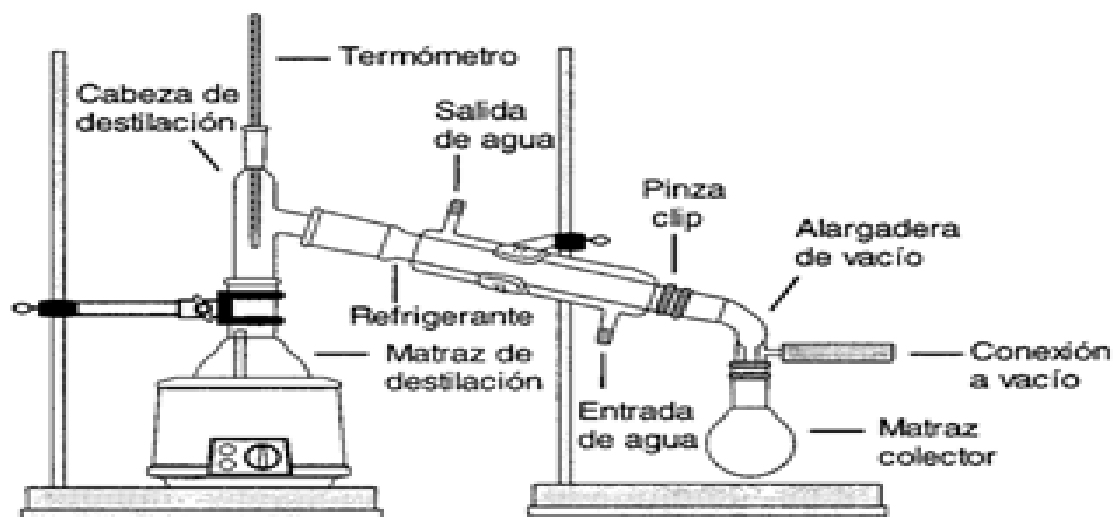


Fig. 6. Destilación a vacío

Fig. 6. Destilación a vacío (o a presión reducida). (Martínez y Csáky, 2001).

El equipo que se utiliza para la destilación a presión reducida es similar al empleado en la destilación simple o fraccionada, con tres diferencias básicas (Martínez y Csáky, 2001):

- Todas las piezas han de estar ensambladas, por lo que es necesario utilizar una alargadera de dos bocas (alargadera de vacío) o un colector de fracciones. La salida lateral de la alargadera se conecta al vacío.
- Todas las uniones esmeriladas deben engrasarse ligeramente con grasa especial de vacío, con objeto de evitar la entrada de aire. Girar las piezas para repartir la grasa uniformemente. Todas deben girar libremente.
- No se puede emplear porcelana porosa, ya que perdería inmediatamente el aire ocluido en su interior al aplicar el vacío. En su lugar puede emplearse una astilla de madera, si bien se recomienda el uso de agitadores magnéticos. La astilla de madera debe quedar en posición vertical, apoyada en la pared del matraz de destilación y no flotando sobre el líquido, ya que su efectividad sería nula.

D) Destilación por arrastre con vapor: Se utiliza para la destilación de líquidos inmiscibles, por lo general uno de ellos es el agua. La mezcla de líquidos inmiscibles alcanza un punto de ebullición que es inferior al de cada componente puro. Esto es una ventaja en aquellos casos en los que los componentes son sensibles al calor. Este método de destilación se utiliza en gran medida para separar y purificar las esencias y los aceites esenciales que se utilizan en el laboratorio de fragancias y perfumes (Cervantes y Loredó, 2009).

La destilación por arrastre con vapor es una operación, que permite aislar y purificar sustancias orgánicas. Puede emplearse con líquidos completamente inmiscibles con el agua, o miscibles con ella en cantidades muy pequeñas. Los vapores saturados de los líquidos inmiscibles siguen la ley de Dalton sobre las presiones parciales. “cuando dos o más gases o vapores, que no reaccionan entre sí, se mezclan a temperatura constante, cada gas ejerce la misma presión que si estuviera solo y la suma de las presiones de cada uno, es igual a la presión total del sistema.” (Domínguez y Domínguez, 1990), cuya expresión matemática es la siguiente:  $P_t = P_1 + P_2 + \dots + P_n$

En donde  $P_t$  es la *presión total constante* y  $P_1$ ,  $P_2$ , etc., son las presiones parciales de los componentes. Al destilar una mezcla de dos líquidos inmiscibles, su punto de ebullición será la temperatura a la cual la suma de las presiones de vapor es igual a la atmosférica. Esta temperatura será inferior al punto de ebullición del componente más volátil. Si uno de los líquidos es agua (*destilación por arrastre de vapor con agua*) y si se trabaja a la presión atmosférica, se podrá separar un componente de mayor punto de ebullición que el agua a una temperatura inferior a 100°C.

La consecuencia de esto para la química orgánica práctica es que un componente de punto de ebullición elevado, con una presión de vapor relativamente pequeña, puede obtenerse por destilación con un líquido inmiscible. Una ventaja importante de esta técnica consiste en que los compuestos de punto de ebullición alto que se descomponen cerca de sus puntos de ebullición, pueden destilarse con vapor de agua a una temperatura lo suficientemente baja para evitar la descomposición. Dado que la destilación por arrastre de vapor de agua es un proceso eficaz y barato (sólo se requiere agua y calor), se usa con frecuencia para aislar y purificar aceites naturales a partir de sus fuentes biológicas (Durst y Gokel, 1985).

A continuación se describen los materiales empleados para el proceso de destilación por arrastre con vapor (Martínez y Csáky, 2001):

- *Matraz generador de vapor.* Contiene el agua necesaria para la destilación, que pasa en forma de vapor a un segundo matraz por medio de una conexión. Éste está provisto de una varilla de vidrio de seguridad que debe introducirse en el agua, de manera que en caso de producirse sobrepresión accidental, el agua ascienda por la varilla evitando que el equipo estalle. Además permite controlar la obturación del equipo.
- *Matraz de destilación.* Contiene la mezcla a destilar y una pequeña cantidad de agua caliente. A medida que la destilación avanza, se va llenando de agua en forma de vapor que proviene del matraz generador. Las sustancias solubles en agua caliente se disuelven, y las volátiles e insolubles codestilan con el agua llegando al sistema de enfriamiento.

- *Refrigerante.* Constituye la zona de enfriamiento del vapor generado y se conecta al matraz de destilación, el cual debe sujetarse a un soporte metálico con ayuda de una pinza, colocada de manera que dos de sus dedos queden por debajo del refrigerante y uno por encima. Con objeto de garantizar la mayor capacidad de enfriado, el agua debe entrar por la toma inferior y salir por la superior, con un flujo moderado y continuo durante todo el proceso.
- *Alargadera.* Es la pieza que dirige el destilado al matraz colector. Debe adaptarse al refrigerante y sujetarse mediante una pinza de plástico tipo *clip*. No se deben engrasar sus bocas esmeriladas, ya que no van a ser sometidas a calefacción.
- *Matraz colector.* Se recomienda el empleo de matraces con boca esmerilada, que se adapten a alargadera y se sujeten mediante una pinza tipo *clip*. Si bien no es recomendable, puede emplearse un Erlenmeyer sujeto con una pinza a un soporte universal o apoyado sobre la mesa de trabajo. Nunca deben emplearse vasos de precipitados, ya que se facilitaría la impurificación del destilado así como su evaporación. En caso de destilar compuestos muy volátiles, el matraz colector no debe estar expuesto al aire y debe enfriarse exteriormente con un baño de hielo para minimizar la pérdida de destilado por evaporación.

En la figura 7 se muestra parte de un equipo de destilación por arrastre de vapor.



**Fig. 7.** Destilación por arrastre con vapor.

## 2. 2. 2. Los aceites esenciales.

Los aceites esenciales según Arraiza (2014), “son sustancias formadas por varios compuestos orgánicos volátiles” (la mayor parte de ellos son terpenos), son productos que poseen fragancia y sabor cuando son aislados y no dejan residuos al evaporarse. Los aceites esenciales se encuentran en los tejidos de gran número de plantas las cuales los producen y almacenan en los canales secretores de estas, y se extraen mediante diversos procedimientos físicos y químicos, según la cantidad y estabilidad del compuesto que se pretende obtener. Normalmente son líquidos a temperatura ambiente, y por su volatilidad, son extraíbles por varios métodos; sin embargo, el procedimiento más usual es la destilación por arrastre con vapor de agua.

Los aceites esenciales son importantes a nivel industrial principalmente en tres sectores productivos:

- ✓ **Industria alimentaria.** Se emplean para *condimentar* carnes preparadas, embutidos, helados, queso, sopas, etc. También son utilizados como *saborizantes* en la preparación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, especialmente refrescos. También se emplean en la producción de caramelos, chocolates y otras golosinas.
- ✓ **Industria cosmética.** Esta industria emplea los aceites esenciales en la producción de aromatizantes, colonias, cosméticos, jabones, maquillaje y perfumes.
- ✓ **Industria farmacéutica.** Se usan en analgésicos, cremas dentales e inhalantes para descongestionar las vías respiratorias. Son utilizados como *saborizantes* en la elaboración de muchos medicamentos que inicialmente presentan sabor desagradable.

A partir de los años 70's surge en los países más desarrollados, un renovado interés por la investigación, producción y consumo de plantas aromáticas y medicinales. Las plantas pueden ser utilizadas en su totalidad o en partes (hojas, raíces, tallos) o ser procesadas para extraer sus aceites esenciales o extractos.

## Clasificación de los aceites esenciales.

Arraiza (2014) menciona que, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo a tres criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

❖ **Consistencia.** De acuerdo a su consistencia los aceites esenciales se clasifican en: bálsamos, esencias fluidas y resinas.

**Bálsamos.** Son extractos naturales obtenidos de un arbusto o un árbol. Tienen un alto contenido de ácido benzoico y cinámico. Son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización.

**Esencias fluidas.** Son líquidos volátiles a temperatura ambiente.

**Resinas.** Dentro de éstas se puede encontrar una serie de posibles combinaciones o mezclas: gomorresinas, oleorresinas y resinas.

- **Gomorresinas.** Son extractos naturales obtenidos de un árbol o planta. Están formados por mezclas de gomas y resinas.
- **Oleorresinas.** Son mezclas homogéneas de aceites esenciales y resinas.
- **Resinas.** Son productos amorfos sólidos o semisólidos de naturaleza química compleja. Pueden ser de origen fisiológico o fisiopatológico.

❖ **Origen.** De acuerdo a su origen los aceites esenciales se clasifican en: artificiales, naturales y sintéticos.

**Artificiales.** Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes.

**Naturales.** Se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas.

**Sintéticos.** Son los producidos por procesos de síntesis química. Son mucho más económicos y por lo tanto son mucho más utilizados como aromatizantes y saborizantes.

❖ Naturaleza química. El contenido total de aceites esenciales en una planta es en general bajo (alrededor del 1%). Los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que contienen como compuestos mayoritarios. Según esto los aceites esenciales se clasifican en:

Monoterpenoides. Estos aceites son ricos en monoterpenos (p.ej. albahaca, hierbabuena, salvia, etc.).

Sesquiterpenoides. Aceites ricos en sesquiterpenos (p.ej. copaiba, junípero, pino, etc.).

Fenilpropanoides. Estos aceites son ricos en fenilpropanos (p.ej. anís, canela, clavo, etc.).

Por otro lado, los terpenos se clasifican de forma general, según la cantidad de carbonos que contienen. Los monoterpenos están formados por dos unidades de isopreno, por lo que están formados por 10 átomos de carbono. Los sesquiterpenos, con 15 carbonos, están formados por tres unidades de isopreno (Yurkanis, 2008).

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en diferentes partes de las plantas:

1. Flores (lavanda, manzanilla, rosa, tomillo, etc.)
2. Frutos (perejil, pimienta, etc.)
3. Hojas (albahaca, eucalipto, hierbabuena, mejorana, menta, etc.)
4. Pericarpio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.)
5. Raíces (jengibre, sándalo, sasafrás, etc.)
6. Semillas (anís, comino, etc.)

### Propiedades físicas de los aceites esenciales.

Arraiza (2014) menciona que los aceites esenciales recién destilados son:

- a) Incoloros o ligeramente amarillos.
- b) Los aceites esenciales son volátiles y son líquidos a temperatura ambiente.

- c) Casi siempre poseen actividad óptica ya que tienen un índice de refracción elevado.
- d) Son liposolubles y muy poco solubles en agua, pero son extraíbles por el vapor de agua.
- e) Su densidad es inferior a la del agua (la esencia de clavo o de sasafrás constituyen excepciones).
- f) Son solubles en alcoholes y en disolventes orgánicos habituales como: cloroformo y éter etílico.
- g) En su gran mayoría los aceites esenciales son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla, los cuales contienen compuestos azufrados.

#### Propiedades químicas de los aceites esenciales.

Los aceites esenciales según Arraiza (2014), generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes, los cuales se clasifican en dos grupos: *no terpenoides* y *terpenoides*.

- No terpenoides. En este grupo se clasifica a los compuestos alifáticos de bajo peso molecular y cadena corta, sustancias aromáticas (fenilpropanoides), sustancias con azufre y sustancias nitrogenadas. No son tan importantes como los terpenoides en cuanto a sus aplicaciones y usos.
- Terpenoides. Son los más importantes comercialmente y en cuanto a propiedades. Los terpenos derivan de unidades de isopreno ( $C_5$ ) unidas en cadena. Los terpenos son sustancias químicas que se hallan en los aceites esenciales de muchas plantas como los cítricos y los pinos. Principalmente se encuentran los monoterpenos ( $C_{10}$ ), aunque también son comunes los sesquiterpenos ( $C_{15}$ ) y los diterpenos ( $C_{20}$ ) Pueden ser alifáticos, cíclicos o aromáticos.

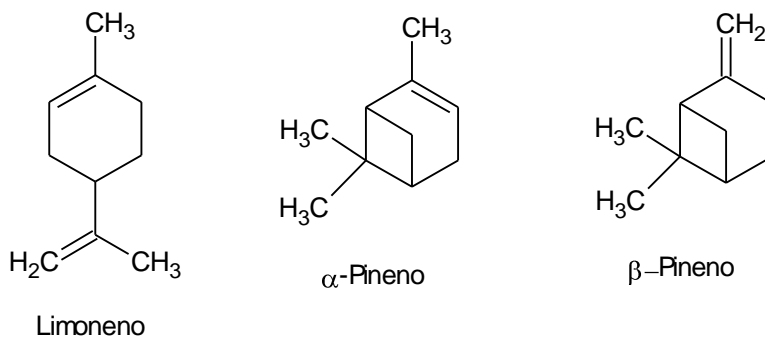
Según los grupos funcionales que tengan pueden ser:

- a. Hidrocarburos Monoterpénicos (limoneno,  $\alpha$  y  $\beta$  pineno)
- b. Alcoholes (geraniol, mentol)
- c. Aldehídos (citral, geranial)
- d. Cetonas (alcanfor, tuyona)
- e. Ésteres (acetato de bornilo, acetato de linalilo)
- f. Éteres (1,8-cineol y peróxidos ascaridol)
- g. Fenoles (eugenol, timol)

a. Hidrocarburos monoterpénicos.

Son los compuestos más abundantes en los aceites esenciales y precursores de los más complejos, que son los terpenos oxidados. Debido a la presencia de dobles enlaces se nombran con la terminación “eno”.

Por ejemplo el limoneno es el precursor de los principales componentes de la esencia de las mentas como carvona y mentol. El limoneno se encuentra en cítricos y en el eneldo. Los compuestos  $\alpha$  y  $\beta$  – pineno se encuentran en la esencia de trementina.

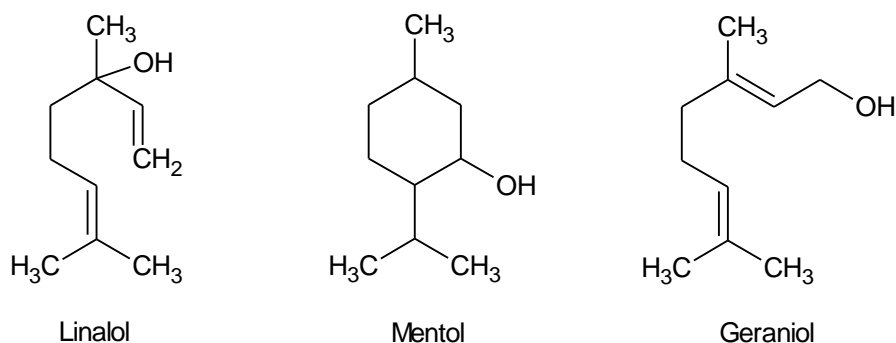


b. Alcoholes

Los alcoholes poseen el grupo hidroxilo (–OH). De acuerdo con la nomenclatura llevan la terminación (–ol) y son muy apreciados por su aroma.

Por ejemplo el linalol tiene dos formas, el R–linalol se encuentra en la rosa y la lavanda. La forma S–linalol en el aceite de lavanda. El linalol le da el sabor a las hojas de té, el tomillo y el cardamomo. Otro compuesto de este grupo, el mentol, es uno de los responsables del sabor y el olor de la menta, cuya esencia puede tener hasta un 50% de este componente.

También son considerados como alcoholes el geraniol, del geranio de olor, el citronelol de la rosa, el borneol del romero y el santalol del sándalo.



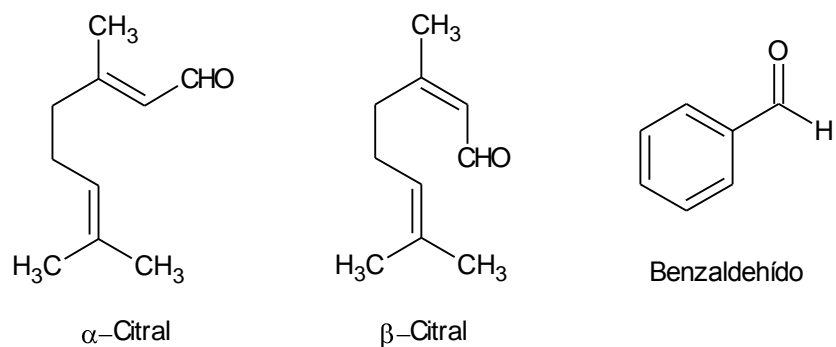
### c. Aldehídos

Los aldehídos son compuestos muy reactivos. Se nombran con la terminación “al”. Muchos de ellos, se encuentran en los cítricos y son correspondientes con su respectivo alcohol, por ejemplo, citronelol–citronelal o geraniol–geranial.

Son abundantes en los cítricos, responsables del olor característico, principalmente los isómeros geranial ( $\alpha$  citral) y neral ( $\beta$  citral) juntos conocidos como citral.

Este compuesto, además de su aroma característico, tiene propiedades antimicrobianas, antivirales y sedantes. Pero muchos de ellos, incluido el citral, son irritantes para la piel por lo que no se puede hacer uso tópico de ellos.

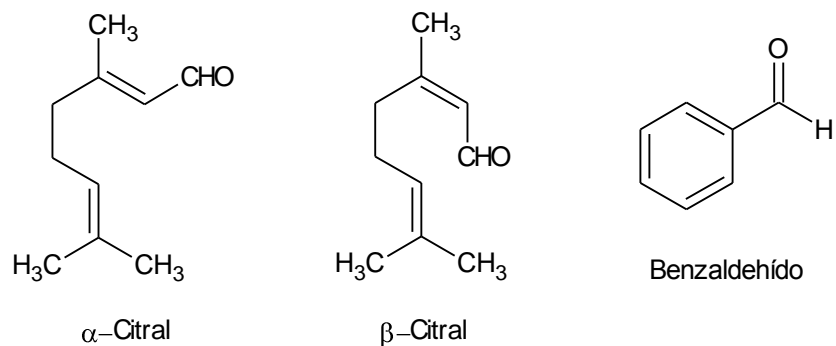
Otro grupo importante son los aldehídos aromáticos, como el benzaldehído, componente principal del aceite de almendras amargas y responsable de su aroma característico.



#### d. Cetonas

Se producen por la oxidación de los alcoholes y son moléculas bastante estables. De acuerdo a la nomenclatura su terminación es “ona”. La carvona está presente en la *Mentha spicata*.

La tuyona y la pulegona son bastante tóxicas y nunca deben usarse en el embarazo. La tuyona se encuentra en las plantas como el género *Artemisa*, y en la salvia. La pelugona se aisló por primera vez en el poleo.

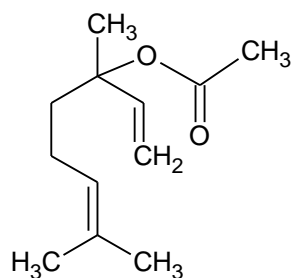


#### e. Ésteres

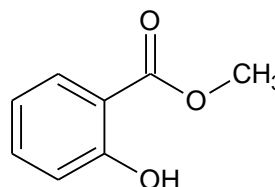
La mayoría de los ésteres se forman por reacción de un alcohol terpénico con ácido acético.

Por ejemplo, el aceite de lavanda contiene linalol y su éster, acetato de linalilo. La abundancia relativa de estos dos compuestos es un indicador de buena calidad.

El silicato de metilo, derivado del ácido salicílico y metanol, es un compuesto antiinflamatorio parecido a la aspirina.



Acetato de linalilo



Silicato de metilo

#### f. Éteres y éteres fenólicos

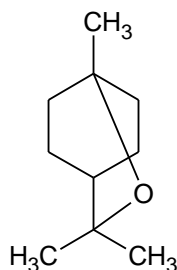
Los éteres u óxidos monoterpénicos son reactivos e inestables. Un ejemplo es el óxido de bisabolol presente en la manzanilla.

Otro muy común es el 1,8-cineol (también llamado eucaliptol), que es el componente principal del aceite de eucalipto. Es expectorante y mucolítico y el componente principal de medicamentos para la tos.

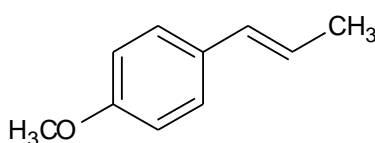
El aceite rico en este componente se emplea más para uso medicinal, mientras que el de contenido más bajo se emplea en aromaterapia.

Por otro lado los éteres fenólicos son los componentes principales de especias como el apio y el perejil (apiol), anís (anetol), albahaca (metilchavicol) y estragón (estragol).

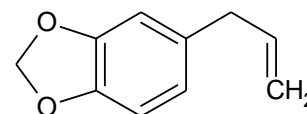
El safrol es un componente muy empleado en perfumería y se encuentra en la corteza del árbol del safrás.



1,8-Cineol



Anetol



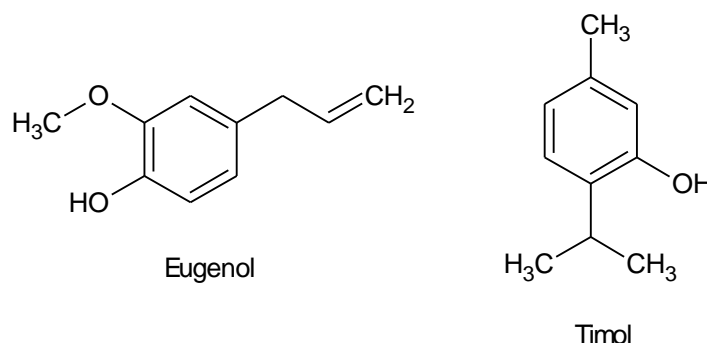
Safrol

## g. Fenoles

Solo se encuentran en unas pocas especies pero son muy potentes e irritantes.

Los más importantes son el timol y el carvacrol, que se encuentran en el tomillo.

Otro fenol muy importante es el eugenol, que se encuentra en muchas especies, por ejemplo en la esencia de clavo. Es un potente bactericida, así como anestésico, y se emplea en odontología.



### 2. 2. 3. Revisión histórica de la construcción y diseño de equipos de destilación por arrastre con vapor.

La instalación del equipo de destilación por arrastre con vapor tal como se describe en los libros de texto de química orgánica experimental requiere una gran cantidad de tiempo de trabajo con estudiantes. Sobre todo, si se considera que en muchas ocasiones los estudiantes de Nivel Medio Superior carecen de horas de laboratorio en nivel secundaria, complicando aún más este tipo de trabajo experimental.

Otro aspecto que expresan los estudiantes, es el difícil manejo del equipo de destilación, pues consideran que una técnica tan elaborada debe ser utilizada como último recurso para la purificación de sustancias orgánicas.

Por esta y otras razones más, es que los concedores e investigadores del tema proponen equipos de destilación que no sean tan complejos en su ensamblado; pero que además generen buenos resultados en cuanto a la actividad experimental propuesta. Por ejemplo, Hinton y colaboradores (Hinton, Than y Amis, 1967), propusieron un equipo de destilación automático que recopilaba y separaba la

primera y segunda fracción de la sustancia destilada. Al terminar esta última, se detenía la destilación. Este equipo se ha utilizado para grandes cantidades de líquidos; sin embargo, también se puede adaptar a la destilación de pequeñas cantidades.

Por otro lado Eisenbraun y colegas (Eisenbraun, Hall y Adkins, 1972), diseñaron un generador de vapor de laboratorio en la destilación por arrastre con vapor para el aislamiento y purificación de compuestos orgánicos. Mencionan que utilizar una llama libre genera riesgos para la seguridad, mientras que utilizar un manto de calefacción, proporciona un suave y rápido control del flujo de vapor. El calefactor es capaz de operar en 140 V y calentar 4 litros de agua a 26°C de ebullición en 17 minutos. Este equipo, según los investigadores ha dado buenos resultados de acuerdo a las pruebas que han realizado.

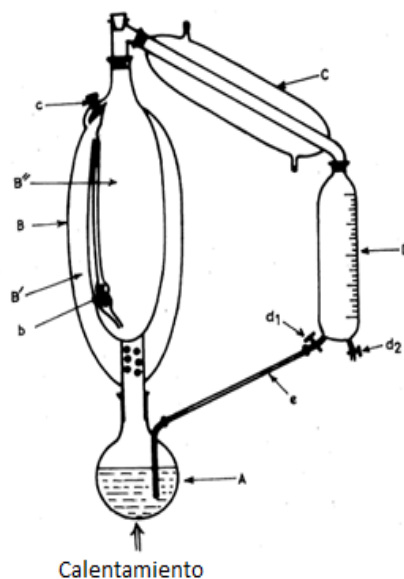
Sin embargo Craveiro y coautores (Craveiro, Matos y Alencar, 1976) opinan que el uso de generadores de vapor suele ser caro y problemático. Los estudiantes de química orgánica de estos autores, realizaron la destilación por arrastre con vapor para extraer aceites esenciales de varias plantas locales para ilustrar este método de aislamiento de productos naturales. Gracias a ello diseñaron un equipo para la extracción de aceites esenciales con las siguientes características: fácil de construir, con materiales baratos y que no requieren de ninguna instalación especial. Dicho equipo consta de tres partes principales; la primera de ellas es un generador de vapor el cual está hecho con una olla de aluminio de 4 litros y que está provisto de un tubo de aluminio que le sirve como tubo de carga y a su vez como válvula de presión.

La segunda parte lleva la materia orgánica y no es necesario calentarla, a fin de evitar la condensación de agua. En la última parte del equipo son recuperados los aceites esenciales extraídos junto con el exceso de agua que cae en dicho matraz.

Otro reporte es el escrito por Lane y colaboradores (Lane, Provence, Adkins, Eisenbraun, 1987). Ellos propusieron un generador eléctrico de vapor para la destilación por arrastre con vapor, enfatizando que “debido a los códigos de seguridad contra incendios, se prohíbe el uso de llamas abiertas como una operación de laboratorio donde se involucran materiales inflamables”; debido a esta imitación se propusieron a desarrollar dicho aparato de calentamiento eléctrico. Estos

investigadores seleccionaron para su estudio algunos ácidos grasos disponibles: *n*-alcanos, alcoholes y ésteres, cuyos resultados se presentan en dicho trabajo. Algunas generaciones de sus estudiantes de laboratorio de química orgánica encontraron dificultades en la destilación de los ácidos dicarboxílicos ya que estos no destilaban fácilmente. Dicho lo anterior, para ellos fue un reto incluir el ácido adípico en este estudio, cuya destilación con vapor se lleva a cabo fácilmente a 159°C.

Finalmente dentro de los equipos de destilación por arrastre de vapor localizados en la literatura se encuentra el de Ali (1996) cuyo equipo es un aparato compacto de destilación por arrastre con vapor; en éste ambas partes (generador de vapor y el destilador de vapor) se han organizado en un único ensamblado compacto con una fuente de calefacción única (figura 8).



**Fig. 8.** Aparato compacto de destilación por arrastre de vapor por Imran Ali (1996, *J. Chem. Educ.* **73**).

Las diversas partes de este aparato son las siguientes:

1. *Generador de vapor* (A): Un matraz de bola de fondo redondo de 1 litro, que puede ser calentado por cualquier dispositivo de calefacción. El vapor se genera en esta parte.
2. *Destilador de vapor* (B): Esta parte es cilíndrica perforado en la parte inferior y un receptor en la parte superior. Contiene dos cámaras B' y B''. La cámara B' contiene una válvula que regula la entrada de vapor.

3. *Condensador y receptor*: Esta parte contiene un condensador de agua normal C y un receptor graduado D. El receptor contiene dos llaves ( $d_1$  y  $d_2$ ) en su parte inferior. La llave de paso  $d_1$  se une al generador de vapor por un tubo de vidrio e.

La recapitulación anterior demuestra el gran interés que representa la destilación por arrastre con vapor para diversos usos en relación a la obtención de aceites esenciales así como para la purificación de sustancias orgánicas.

Recientemente en nuestro país se han desarrollado convenios entre las instituciones educativas como el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) y las dependencias gubernamentales como la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas con el apoyo económico de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), creando con ello un grupo de trabajo multidisciplinario e interinstitucional. Todos ellos han desarrollado el proyecto “Innovación Tecnológica de Sistemas de Producción y Comercialización de Especies Aromáticas y Cultivos Elite en Agricultura Orgánica Protegida con Energías Alternativas de Bajo Costo”.

El principal objetivo de dicho proyecto, consiste en desarrollar tecnologías capaces de optimizar los recursos, detectar regiones aptas para el desarrollo de la agricultura protegida de especies de plantas aromáticas y de algunas hortalizas de interés para regiones áridas y semiáridas. Esto ha permitido la generación de nuevos empleos, mejores ingresos para productores y trabajadores del campo y ha elevado su nivel de vida. Existen plantas que han despertado un interés especial para este equipo de trabajo como: la albahaca, cebollino, estragón, menta, orégano, romero, salvia y tomillo ya que son un atractivo en el mercado mediante su presentación en fresco.

En el trabajo desarrollado por estas instituciones, se diseñaron y construyeron diferentes equipos para la extracción de aceites esenciales. De entre todos ellos, se presentó un equipo a escala piloto, que posee una capacidad de 30 a 500 litros y que resulta muy similar al reportado anteriormente por Craveiro. En ambos equipos, se pueden observar las tres partes descritas por este último: un generador de vapor, un

segundo recipiente donde se disponga de la materia orgánica y finalmente un recipiente donde se recuperen los aceites esenciales junto con el exceso de agua que cae en el embudo de separación como se muestra en la figura 9.



**Fig. 9.** Equipo a escala piloto por Rodríguez-Álvarez, M., Alcaráz-Meléndez, L., Real-Cosío, S. 2012. Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 38 p.

Todos estos aspectos teóricos, tanto los pertinentes a la enseñanza-aprendizaje como los relativos al conocimiento de la destilación de una esencia, estarían incompletos sin la ejecución de la práctica experimental, por lo que en el siguiente capítulo se describirán las distintas actividades relativas a su ejecución.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

*La educación científica de los jóvenes es tan importante,  
quizá incluso más, que la propia investigación.*

*Glen T. Seaborg*

En el presente capítulo se describirán las actividades implicadas en la ejecución del presente proyecto de investigación y que para fines prácticos se han dividido en tres rubros:

- Actividades previas a la construcción del equipo de destilación.
- Actividades durante la construcción del equipo de destilación.
- Actividades posteriores a la construcción del equipo de destilación.

El total de ellas hace un conjunto de doce actividades, 11 de las cuales están relacionadas directamente con el aprendizaje de los estudiantes de Nivel Medio Superior que construirán el destilador por arrastre con vapor. Existe otra (actividad 1) que se relaciona con el enriquecimiento y buen desempeño de la práctica docente que de alguna manera afecta o influye en el aprendizaje de dichos estudiantes.

De las doce actividades se hará una breve descripción en cuanto a acciones realizadas, tiempos de ejecución y objetivos perseguidos.

### **3. 1. GENERALIDADES.**

Este trabajo de investigación se llevó a cabo de Enero de 20011 a Julio del mismo año.

El grupo de estudio estuvo conformado por 34 estudiantes (16 mujeres y 18 hombres entre los 15 y 16 años de edad). Todos ellos, alumnos de primer año, inscritos en el turno vespertino de la Unidad Académica “2 de Octubre de 1968”, perteneciente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la cual está

ubicada en la Colonia Concepción Guadalupe Mayorazgo perteneciente al Municipio de Puebla Capital.

La actividad experimental asignada, consistía en que los alumnos construyeran y utilizaran un equipo de destilación por arrastre con vapor para la extracción de esencias, como proyecto de evaluación final de ciclo escolar, de manera paralela e independiente a las actividades y temas asignados en el currículo. Dicha actividad se realizó ex-profeso para los fines de investigación del presente proyecto.

El proyecto de investigación se realizó a través diferentes actividades, previas, durante y posterior a la construcción del equipo de destilación por parte de los estudiantes. Dichas actividades serán explicadas en el siguiente apartado:

### **3. 1. 1. Actividades previas a la construcción del equipo de destilación.**

**1ª. Actividad:** Exploración de mis conocimientos disciplinares respecto al montaje de un equipo de destilación.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 60 minutos.

En vista de que a los estudiantes del Nivel Medio Superior se les asignaría como tarea la construcción de un equipo de destilación por arrastre con vapor, mi asesor consideró necesario explorar mis conocimientos sobre la técnica de destilación antes mencionada. Se me requirió, entonces, que construyera un equipo de destilación, lo que evidenció mi falta de conocimientos sobre el tema y una serie de errores procedimentales.

La finalidad de esta actividad, era sentar las bases de la técnica de la destilación por arrastre con vapor para su posterior transmisión al grupo de estudiantes.

**2ª. Actividad:** Proyección de la Película “Perfume: Historia de un asesino”.

**Tiempo aproximado:** 3 sesiones de 50 minutos.

Esta película está basada en el Best–Seller de Patrick Süskind. La sinopsis de la película narra la historia de Jean–Baptiste Grenouille quien está dotado de un extraordinario olfato. Su vida se ve transformada un día por un objeto de uso común “el perfume”. Se convierte en un experto perfumero dotado de un conocimiento casi místico del olor, descubre la esencia más enigmática: la fragancia natural de hermosas adolescentes. Sin embargo el único método para preservar su inocente y fresca belleza, es asesinar a las chicas para inmortalizar su aroma.

El objetivo de esta actividad era inducir a los estudiantes a la obtención de aceites esenciales a través de la destilación por arrastre de vapor, tema que ejemplificado dentro de la trama de la película.

**3ª. Actividad:** Formación de equipos para la integración de una micro–empresa escolar.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

Después de ver la película los estudiantes discutieron el hecho de crear una micro–empresa que contemplara tanto la parte teórica como práctica de la elaboración de esencias, así como sus funciones y responsabilidades dentro de la organización, la cual fue denominada por ellos mismos ESENCIAS “JEAN LEMUA”.

Para ello, el grupo de estudiantes fue dividido en 6 equipos de 5 integrantes y 1 equipo de 4 integrantes para la puesta en marcha del trabajo colaborativo (ver distribución en el Anexo III).

El objetivo perseguido, consistió en la organización y el inicio del trabajo colaborativo al integrarlos en siete equipos.



**Fig. 10.** Estudiantes organizando una micro-empresa escolar denominada por ellos mismos ESENCIAS “JEAN LEMUA”

**4ª. Actividad:** Investigación y exposición por equipos sobre la obtención de algunos aceites esenciales y la construcción de equipos de destilación.

**Tiempo aproximado:** 6 sesiones de 50 min.

Se realizó por parte de los estudiantes la investigación y exposición de la obtención de algunos aceites esenciales como los de: la canela, el clavo, el limón y el romero; y de la construcción de un equipo de destilación por arrastre con vapor

El objetivo primordial fue que los estudiantes conocieran y se informaran respecto a la parte de la planta que se debía tomar para obtener el aceite esencial así como del método de obtención para empezar el trabajo experimental.

**5ª. Actividad:** Obtención de una esencia como actividad experimental

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

Los estudiantes asistieron al laboratorio con la firme intención de obtener la esencia de algunos productos llevados por ellos mismos para trabajar donde se vertieron algunas cantidades de disolventes como alcohol etílico y se hizo uso de algunas especies para obtener las esencias.

El objetivo establecido para esta actividad era la obtención de una esencia de forma experimental.



**Fig. 11.** Sesión de laboratorio para la obtención de una esencia.

**6ª. Actividad:** Establecer los lineamientos del trabajo colaborativo.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

Se realizó una presentación en power point sobre las características indispensables del trabajo colaborativo resumidos de forma general en el Anexo I.

El propósito de esta actividad era establecer los parámetros del trabajo colaborativo fundamentales para el desarrollo de un proyecto escolar. Dentro de estos parámetros se contemplaron: el apoyo entre compañeros de un mismo equipo, la confianza mutua y la resolución de problemas a través de la comunicación (ya sea problemas abordados en clase o problemas debidos a la forma de trabajo de cada equipo). Sin perder de vista los aprendizajes esperados del grupo en general.

### **3. 1. 2. Actividades durante la construcción del equipo de destilación.**

**7ª. Actividad:** Construcción del equipo de destilación.

**Tiempo aproximado:** De 8 a 10 sesiones de 50 min.

Se procedió a planear la construcción de los equipos de destilación por arrastre de vapor, previa revisión de la literatura, para establecer el tipo de materiales, las cantidades y precios de estos. La lista de material requerido para la construcción del equipo de destilación para cada grupo de trabajo fue la siguiente:

2 Botes de acero inoxidable con tapa y capacidad para 2 litros

1 Resistencia para cafetera con cable para su conexión

1 Tubo de PVC de 2" de diámetro por 16" de largo aproximadamente

2 Coples de PVC con tapa de 2"

1 Tubo de vidrio de ½" de diámetro por 20" de largo aproximadamente

1 Tubo de vidrio de ¼" de diámetro con medidas de 3" X 6" en ángulo de 90°

1 Tubo de vidrio de ¼" de diámetro con medidas de 3" X 6" en ángulo de 110°

2 Tubos de vidrio de ¼" de diámetro con medidas de 2" x 2" en ángulo de 110°

1 Tubo de vidrio de ¼" de diámetro con medida 4" de largo

Recortes de manguera de látex de ¼" de diámetro

Pegamento para PVC

1 Taladro y brocas ¼" y ½" para barrenar

1 Bomba de reflujo para pecera.

El objetivo establecido para esta actividad fue que cada grupo de trabajo contara con su equipo de destilación por arrastre de vapor, poder obtener una esencia por cada grupo de tal forma que se agilizará el trabajo y de ese modo conocer los beneficios o dificultades de su trabajo. El proceso de construcción se llevó a cabo en 2 etapas; en la primera etapa se doblaron los tubos y se ensamblaron los botes, y en la segunda etapa se armó el refrigerante.



**Fig. 12.** Primera etapa. Doblado de tubos y ensamblado de botes.



**Fig. 13.** Segunda etapa. Armado de refrigerantes con tubo de PVC.

### **3. 1. 3. Actividades posteriores a la construcción del equipo de destilación.**

**8ª. Actividad:** Destilación exitosa.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

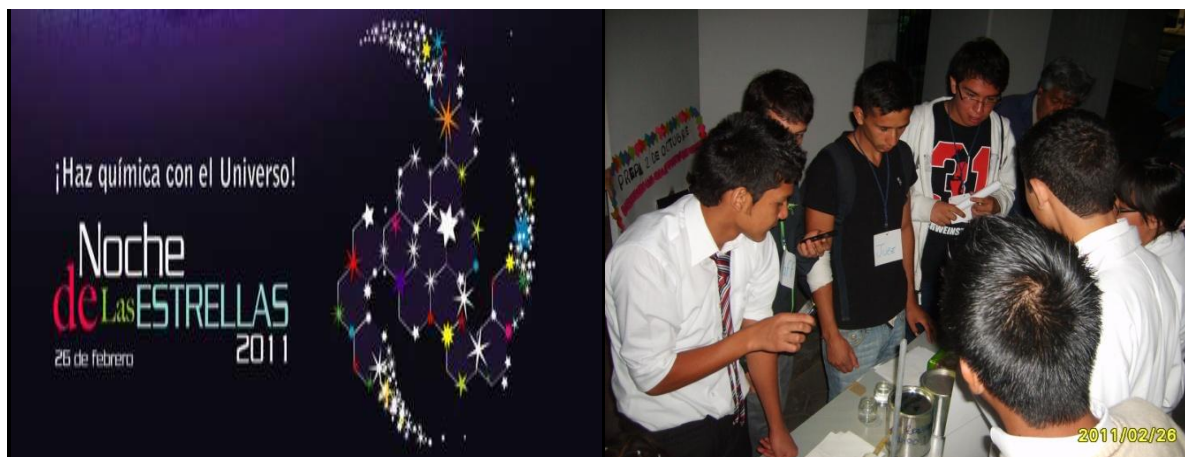
En esta etapa se verificó la funcionalidad de cada uno de los equipos. Tratando de subsanar los errores de ensamblado generados en la de etapa de construcción.

La finalidad consistió en detectar si los equipos funcionaban correctamente y en el caso de detectar fallas, proceder a su reparación.

**9ª. Actividad:** Noche de las estrellas.

**Tiempo aproximado:** 4 sesiones de 50 min.

Se realizó de manera pública una demostración de los equipos de destilación por arrastre de vapor el día 26 de Febrero de 2011 dentro del concurso denominado “Noche de las estrellas”, en la categoría de experimentos de química en el Nivel Medio Superior.



**Fig. 14.** Estudiantes explicando el funcionamiento del equipo de destilación al jurado.

Su participaran en dicho evento, se realizó no como equipos independientes, si como grupo completo con la intención de promover su habilidades prácticas y su aprendizaje colaborativo.

**10ª. Actividad:** Comparativo entre equipo de laboratorio y equipo de bajo costo.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

Se llevó a cabo un intercambio de experiencias entre estudiantes de Nivel Medio Superior y estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas específicamente de la licenciatura de Farmacia.

La intencionalidad de la actividad fue realizar un comparativo entre el uso del equipo construido por los estudiantes de Nivel Medio Superior y el funcionamiento de un equipo de destilación por arrastre con vapor ensamblado con materiales de

laboratorio para que los alumnos de Nivel Medio Superior analizaran las ventajas e inconvenientes de trabajar con ambos equipos.



**Fig. 15.** Estudiante de la Facultad de Ciencias Química de la Licenciatura de Farmacia ensamblando ambos equipos para establecer una diferencia en el grado de dificultad.

**11ª. Actividad:** Evaluación de aprendizajes esperados.

**Tiempo aproximado:** 6 sesiones de 50 min.

La penúltima etapa del proceso de investigación con los estudiantes de Nivel Medio Superior, fue la evaluación de los conocimientos adquiridos por ellos, plasmados en dos instrumentos: el mapa conceptual y el diagrama V de Gowin.

El objetivo era que mediante el mapa conceptual evidenciaran la relación de los diferentes conceptos vinculados al tema de destilación por arrastre con vapor.

En el caso de la V de Gowin la finalidad perseguida consistió en que cada equipo plasmara su experiencia vivida durante el proceso realizado con el equipo de destilación, adecuándola a los elementos que intervienen en este instrumento de evaluación en particular. Cabe aclarar que cada equipo realizó la destilación de una muestra diferente.

**12ª. Actividad:** Evaluación del trabajo colaborativo.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

La última etapa del proceso de investigación con los estudiantes de Nivel Medio Superior, fue la evaluación del trabajo colaborativo al interior de los equipos, mediante un formato de coevaluación contestado por los alumnos y la entrega de un reporte escrito al final del proyecto de investigación.

El objetivo fue conocer el desempeño de cada uno de los integrantes en base a los siguientes criterios: Creatividad e ideas aportadas, trabajo individual en las tareas asignadas, organización de los equipo, actitud crítica y propositiva, resistencia al trabajo en equipos, responsabilidad individual, comportamientos ajenos a las tareas, uso de la interacción social como generadora de conocimiento-valores-habilidades, liderazgo, toma de decisiones, vínculos establecidos entre los miembros del equipo y problemas de asistencia.

En cada una de las actividades se relacionaron minuciosas actividades del trabajo colaborativo al interior de cada equipo. Estas observaciones han sido de gran utilidad, así como las evidencias producidas a lo largo de la ejecución de dichas actividades, pues han generado serias reflexiones en torno al trabajo docente y al trabajo colaborativo de los estudiantes durante la construcción y uso del equipo de destilación por arrastre con vapor que serán plasmadas en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS.

*“Un científico debe tomarse la libertad de plantear cualquier cuestión, de dudar de cualquier afirmación y de corregir errores”.*

*Julius Robert Oppenheimer.*

### 4. 1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

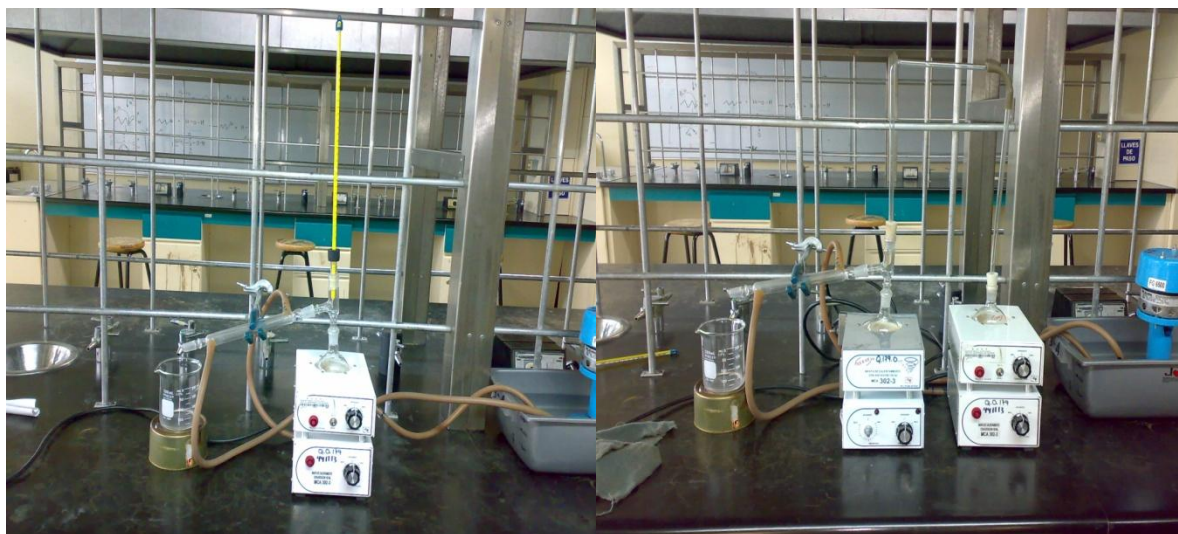
Los resultados de la presente tesis son puramente descriptivos y se basan, principalmente, en las observaciones realizadas (desde mi postura docente) durante las actividades planteadas en el trabajo colaborativo de cada uno de los equipos; aunque también me apoyo en evidencias tales como: el formato de coevaluación (Anexo XX), un reporte final de actividades entregado por cada alumno, mapas conceptuales y V de Gowin. En su momento se especificará cual fue el instrumento utilizado para el análisis descriptivo de cada actividad.

#### 4. 1. 1. Actividades previas a la construcción del equipo de destilación.

**1ª. Actividad:** Exploración de mis conocimientos disciplinares respecto al montaje de un equipo de destilación.

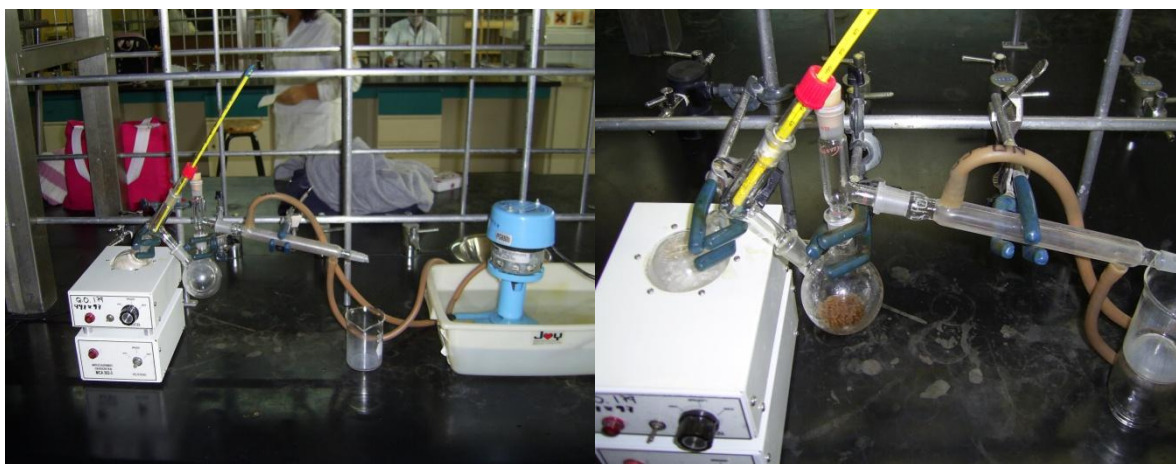
Como ya mencioné antes, a los estudiantes de Nivel Medio Superior se les asignaría como tarea la construcción de un equipo de destilación por arrastre con vapor. En este aspecto, es de sentido común que para enseñar algo se debe empezar por saber hacerlo; por ello, mi asesor consideró pertinente explorar mis conocimientos sobre la técnica de destilación antes mencionada. Así que me sugirió que realizáramos, en la Facultad de Ciencias Químicas, una práctica previa para que construyera un equipo de destilación por arrastre con vapor utilizando materiales existentes en el laboratorio. Dicha práctica evidenció mis fallas ya que en un primer montaje, construí un equipo de reflujo. En un segundo intento monté un equipo de destilación y en un tercero, ensamblé un equipo de destilación por arrastre con

vapor, pero con una serie de errores procedimentales en cuanto a las conexiones entre los materiales utilizados en el equipo (figura 16).



**Fig. 16.** Montaje de una destilación simple y por arrastre con vapor de agua en la primera sesión.

Esta situación generó la necesidad de investigar por mi cuenta el montaje correcto del equipo de destilación por arrastre con vapor. La bibliografía revisada en dicha retroalimentación me proporcionó una visualización del montaje y conexiones apropiadas del equipo. En una segunda sesión realice nuevamente el montaje del equipo de destilación, aunque sólo fue una aproximación del que se me había requerido, pues las conexiones resultaron demasiado cortas e hicieron que el vapor utilizado en la destilación pasara casi de manera inmediata al segundo recipiente sin lograr un buen arrastre de la esencia de la muestra a destilar (figura 17).



**Fig. 17.** Montaje de una destilación por arrastre con vapor en una segunda sesión.

Todas estas fallas fueron subsanadas en tiempo y forma para poder instruir de manera correcta a los estudiantes.

**2ª. Actividad:** Proyección de la Película “Perfume: Historia de un asesino”.

Esta actividad se realizó para contextualizar a los estudiantes en el tema de la destilación de aceites esenciales por medio de la técnica de la destilación por arrastre con vapor, mediante las escenas de la película “Perfume: Historia de un asesino en las que se utiliza un alambique tal como se muestra en la figura 18.



**Fig. 18.** Escena de la película “Perfume: historia de un asesino” y las partes de un alambique.

Antes de iniciar la proyección de la película se les solicitó que atendieran a los conceptos utilizados, así como al proceso de destilación descrito dentro de la trama. Al término de la película, se les pidió que contestaran un cuestionario con cuatro preguntas referentes a la obtención de aceites esenciales a través de la destilación (Anexo II), en este instrumento obtuvieron los siguientes resultados.

Pregunta.	Alumnos que contestaron acertadamente.	Alumnos que respondieron incorrectamente	Alumnos que no contestaron
Pregunta 1	28	4	2
Pregunta 2	21	13	0
Pregunta 3	20	10	4
Pregunta 4	15	17	2

De acuerdo a los resultados, la pregunta 1, ¿qué es un alambique y cómo funciona?, obtuvo el mayor número de aciertos. Esto, según la consideración de los alumnos, se debió al hecho de que la información dentro de la película es más gráfica que verbal y eso ayudó a que pudieran ser más explícitos en este punto.

La pregunta con menos respuestas fue la pregunta 4, ¿en qué consiste la extracción?, el argumento de los estudiantes fue que no consideraron que el concepto de extracción estuviera relacionado con el proceso de destilación, así que lo recordaban de manera muy vaga.

La proyección de la película constituyó un punto importante de referencia para los alumnos, pues sirvió para que ellos visualizaran de alguna manera los elementos del equipo de destilación que, al final, tendrían que construir en la actividad experimental. Aunque también, la presencia de la técnica de extracción de esencias denominada enfleurage simplificó su noción de la técnica en la Actividad 5 que será analizada más adelante.

**3ª. Actividad:** Formación de equipos para la integración de una micro–empresa escolar.

Ya hemos mencionado, que en el desarrollo del presente proyecto de investigación, se contó con la participación de 34 estudiantes de primer año de Nivel Medio Superior que oscilaban entre los 15 y 16 años de edad. Del número total de alumnos, 16 eran mujeres y 18 hombres, que fueron agrupados en 6 equipos de 5

integrantes y 1 equipo de 4 para la puesta en marcha del trabajo colaborativo (ver distribución en el Anexo III). Para ello se le dio la forma de una micro–empresa que contemplara dos aspectos:

Por un lado, que la parte teórica del proyecto estuviera sustentada en la investigación (tanto individual como grupal) para la adquisición de conocimientos sobre la destilación; y la parte práctica de la obtención de aceites esenciales a través de la destilación, una vez construido el equipo requerido para ello. Ambos aspectos (teoría–práctica), se resolvieron con la constitución de equipos formales que trabajaran con los mismos integrantes durante el desarrollo de todo el proyecto, esto dio la ventaja de establecer vínculos intelectuales, afectivos y de empatía que contribuyeron a favor del alcance de los objetivos planteados en la actividad experimental. Algunos de los aspectos que no se consideraron en la integración de los equipos fueron los siguientes:

- Su tamaño; pues a partir de mi experiencia docente con este grupo y con grupos posteriores puedo afirmar que se trabaja mejor con equipos cuyos integrantes, preferentemente, son números pares y oscilan únicamente entre los 2, 4 y 6 integrantes. Si observamos detenidamente encontramos que un grupo académico formado por 34 integrantes sólo permitiría la formación de equipos constituidos por parejas, lo cual, en la práctica resultaría en un excesivo número de equipos (17 en total), por ello se optó por constituir 6 equipos de 5 y uno de 4, aunque de antemano denota un trabajo inequitativo sobre todo para este último equipo.
- Su heterogeneidad; a partir de mis observaciones con este grupo note que los grupos homogéneos tienden a recrear dificultades que obstaculizan su desempeño eficaz en equipo. Por ejemplo: para la construcción del equipo de destilación al grupo de mercadotecnia, constituido únicamente por mujeres, se les dificultó el ensamblado de las partes que constituían dicho equipo, debido a que se requería fuerza al unir mediante presión cada pieza y tuvieron que solicitar ayuda de compañeros varones de otros equipos. Otro ejemplo se dio con un equipo constituido únicamente por hombres, quienes de manera general manifestaron menor compromiso en la ejecución de tareas y asignaron el trabajo a uno o dos sus miembros que eran considerados por el resto del

equipo como los más responsables. De hecho en los equipos heterogéneos (constituidos por casi igual cantidad de mujeres y hombres), las mujeres manifiestan mayor liderazgo a la hora de asignar responsabilidades, capacidad de contención de sus equipos pues procuran encauzarlos cuando se distraen de los objetivos con un comportamiento ajeno a la tarea y mayor exigencia y compromiso a la hora de pedir y dar resultados a sus compañeros y al docente.

Y por otro lado, que contemplara las funciones y responsabilidades dentro de la micro-empresa, la cual fue denominada por ellos mismos ESENCIAS “JEAN LEMUA” y que dio origen a la denominación de cada uno de los equipos:

Equipo 1 Administración

Equipo 2 Control de calidad

Equipo 3 Finanzas

Equipo 4 Innovación

Equipo 5 Mercadotecnia

Equipo 6 Producción

Equipo 7 Ventas

La propuesta inicial, contemplo la organización del grupo en los siete equipos anteriormente señalados para constituir una empresa escolar con todos los requisitos formales y legales que llegara a comercializar las esencias producidas por los estudiantes mediante el proceso de investigación. Sin embargo, este fue uno de los objetivos no cumplidos en la planeación de la actividad, ya que a pesar de que los alumnos a partir de las investigaciones específicas de cada equipo en cuanto a sus roles y funciones dentro de la empresa, contaban, por lo menos teóricamente con los conocimientos necesarios para poner en marcha dicha empresa. Pero, fue necesario realizar ajustes a la planeación de la actividad debido a que algunas actividades (como la construcción del destilador) requirieron más tiempo en la ejecución del proyecto, en tiempos reales.

Un acierto de los equipos 1, 2, 3, 4, 5 y 7 que no estaban vinculados con la producción de las esencias (Equipo 6) fue la rapidez con que respondieron a la parte teórica de sus funciones dentro de la microempresa, pero dichos esfuerzos se vieron

obstaculizados, principalmente, por la falta del producto terminado para comercializarlo.

Al final, esto repercutió en falta de tiempo para la puesta en marcha de la empresa y la consecuente comercialización de las esencias, lo que de alguna forma trunco el objetivo de la actividad al interior del aula en el trabajo con los estudiantes, pero que no repercutió de forma alguna en los objetivos del presente proyecto de investigación.

Debido a esto, el propósito perseguido en esta actividad se concretó únicamente a la organización e inicio del trabajo colaborativo para la construcción del equipo de destilación por arrastre con vapor sin contemplar la distribución y comercialización de las esencias.

**4ª. Actividad:** Investigación y exposición por equipos sobre la obtención de algunos aceites esenciales y la construcción de equipos de destilación.

Tanto la investigación como las exposiciones de los equipos, fueron repartidas a todo el grupo, considerando en todo momento que el objetivo primordial de esta actividad era que los estudiantes conocieran y se informaran sobre la obtención de algunos aceites esenciales y la construcción de equipos de destilación, para garantizar que cada estudiante adquiriera de forma individual los conocimientos básicos de ambos temas. La condición necesaria era que pudieran vincular los conocimientos de la investigación asignada con los propósitos específicos relativos a su función y rol dentro de la empresa para que pudieran hacerlos extensivos mediante su exposición.

Algunas exposiciones lograron muy bien el objetivo, por ejemplo:

El equipo de Mercadotecnia, formuló desde el nombre hasta la misión y visión de la empresa.

El equipo de producción, los cuales centraron su investigación y exposición en el diseño y construcción de un equipo de destilación que denominaron alambique,

pues lo relacionaban directamente con el término utilizado por los personajes de la película “Perfume”

El equipo de control de calidad que dentro de su exposición señalaron las sustancias que se podían utilizar de manera segura contra aquellas que podían causar daños en la piel, tales como irritación o salpullido, entre otras.

Las investigaciones y exposiciones dieron un panorama general sobre las sustancias adecuadas para de la obtención de algunos aceites esenciales y permitieron a los alumnos visualizar cuales eran las necesidades y requerimientos materiales para la construcción de un equipo de destilación por arrastre con vapor.

**5ª. Actividad:** Obtención de una esencia como actividad experimental

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

En este punto, los estudiantes ya habían realizado la 2ª. Actividad: Proyección de la Película “Perfume: Historia de un asesino” en la que se describe la técnica antigua para la extracción de aromas delicados de pétalos de flores (rosa y jazmin), denominada enflourage que grosso modo, consiste en usar una grasa RBD (Refinada, Blanqueada y Desodorizada) extendida en charolas y ponerla en contacto con la muestra de material vegetal generalmente fresca. Se deja en contacto por un determinado espacio de tiempo. Este tiempo depende del material usado y puede ir de unas cuantas horas a un par de días. Después de que se cumple tal tiempo, se remueve el material vegetal usado inicialmente y se reemplaza con material fresco. Se repite la operación hasta que la grasa se encuentra saturada, posteriormente la grasa es tratada con algún solvente, en general alcohólicos, para separar el aceite.

Y por otro lado ya habían realizado también la 4ª. Actividad: Investigación y exposición por equipos sobre la obtención de algunos aceites esenciales. En dichas exposiciones se incluyeron procesos de destilación; así como procesos rústicos de extracción de esencia entre los que se encontraban la maceración, la extracción por presión y la extracción con solventes orgánicos.

Al solicitarles a los estudiantes que a partir de los conocimientos adquiridos hasta ese momento, experimentar en el laboratorio la extracción de esencias, parece haber una idea simplificada del proceso, razón por la cual los equipos deciden utilizar la extracción con solventes orgánicos, en este caso utilizando etanol (alcohol de farmacia). Los estudiantes colocan el alcohol en frascos de vidrio y la muestra a extraer (canela, clavo, cascara de naranja, etc.) sin contemplar ningún tipo de medición (ni del alcohol ni de la muestra) con la pretensión de únicamente reposar dicha mezcla.

Al proceder a un análisis y valoración docente-estudiantes de esta actividad, se realizó una retroalimentación y reajuste en sus concepciones, sobre todo al no cumplir los objetivos planteados en la actividad (la extracción de la esencia). Pudieron comprender que aún en procesos rústicos de extracción, el proceso de destilación estaría implicado en la obtención final de la esencia de manera pura y no mezclada con el solvente. Más tarde, con la construcción del destilador, su perspectiva cambió con referencia a los conceptos de extracción y destilación, comprendiendo que la extracción aún es un paso previo y que depende de la destilación; mientras que este último concepto implicaba un proceso final en el que se obtenía la esencia en solución acuosa.

**6ª. Actividad:** Establecer los lineamientos del trabajo colaborativo.

**Tiempo aproximado:** 2 sesiones de 50 min.

Como docente, realice una presentación en power point sobre las características indispensables del trabajo colaborativo resumidos de forma general. Les mencioné los lineamientos a seguir para el desarrollo del proyecto escolar entre los que se contemplaban los siguientes aspectos:

- Organización del trabajo al interior de los equipos:
  - Apoyo entre los integrantes.
  - Desarrollo de la confianza mutua.

- Resolución de problemas (académicos, relativo a las tareas o derivados de la forma de trabajo de cada equipo), mediante la comunicación.
  - Trabajo equitativo.
- Conductas esperadas:
  - Responsabilidad.
  - Compromiso.
- Aprendizajes esperados del grupo en general.
- Formas de evaluación:
  - Coevaluación por equipo.
  - Rúbricas.
  - Reporte Final.

En este momento, ya a distancia del trabajo realizado con este grupo de estudiantes y gracias a todo lo realizado con ellos y con los grupos que les han sucedido, puedo ver algunas deficiencias en mi labor:

- a) Los lineamientos establecidos para el trabajo con este grupo fueron realizados de manera unidireccional (desde el docente hacia los estudiantes) con un enfoque de la escuela tradicional, es decir, consideré únicamente que los alumnos debían de atender pasivamente mis instrucciones sin involucrarlos desde ese momento en el trabajo colaborativo que mi proyecto pretendió como objetivo, mi única defensa quizá consista en que ha sido complicado quitarme hábitos aprendidos durante mi propia formación.
- b) Al ser establecidos los lineamientos de trabajo de manera unidireccional, puedo ver que no se genera el vínculo de compromiso y responsabilidad individual a través de la convicción, sino que más bien se sustenta en la obligatoriedad de las actividades para la consecución de una evaluación favorable y aprobatoria.
- c) En cuanto a la evaluación, a pesar de contemplar la evaluación tanto grupal como individual, se centró en la coevaluación de los miembros de cada equipo, pero un aspecto que se dejó sin seguimiento fue la autoevaluación, tan importante esta como la primera.

Estos aspectos han sido evaluados y sopesados en mi labor docente posterior al trabajo con este grupo y las enseñanzas obtenidas a partir de ello, han permeado e influido de manera positiva en mi práctica docente mejorando sustancialmente el trabajo colaborativo de los grupos a mi cargo.

#### 4. 1. 2. Actividades durante la construcción del equipo de destilación.

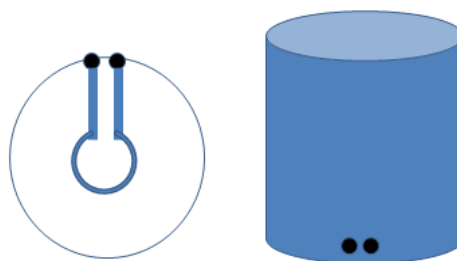
##### 7ª. Actividad: Construcción del equipo de destilación.

Después de las actividades de investigación y exposición sobre equipos de destilación por arrastre con vapor, se pudo establecer el tipo de materiales, las cantidades y precios de estos para cumplir con el objetivo planteado de esta actividad que fue la construcción de un equipo de destilación con los materiales señalados en el apartado 3. 1. 2., en la descripción de la 7ª. Actividad.

El proceso de construcción del equipo de destilación se llevó a cabo en 2 etapas. En la primera etapa se doblaron los tubos y se ensamblaron los botes. En la segunda se armó el refrigerante:

##### Primera etapa:

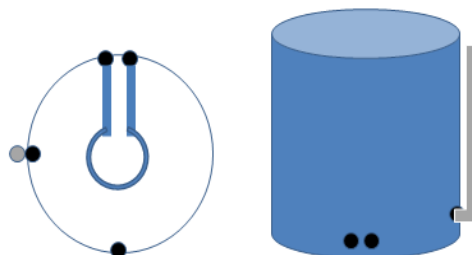
El primer bote de acero inoxidable haría la función de generador de vapor, para ello se le realizaron 2 barrenos cercanos a la base, de aproximadamente 5/32" para insertar la resistencia para cafetera (diagrama 1).



**Diagrama 1:** Bote 1.

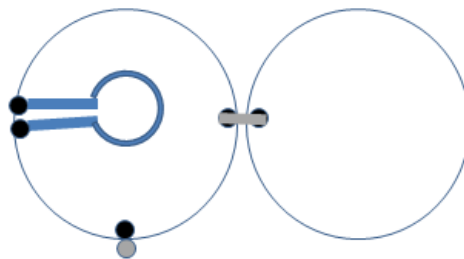
Posteriormente, también se le realizaron dos barrenos más en la pared del bote a un centímetro de la base. Uno de 1/4" (a un cuarto de diámetro de distancia de los

primeros barrenos) para un tubo de vidrio de 3" X 6" doblado a 90° con la intención de que funcionara como varilla de seguridad. El segundo barreno también del mismo diámetro (a la mitad del diámetro de distancia del primer barreno) para conectar el primer bote con el segundo (diagrama 2)

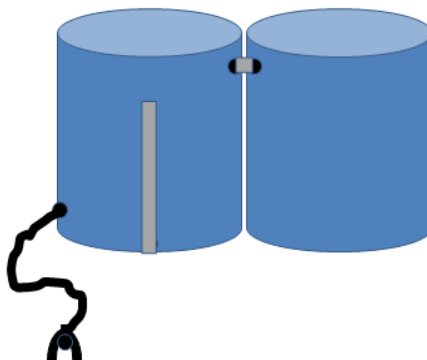


**Diagrama 2:** Bote 1.

El último barreno del primer bote debe ir a la misma altura del barreno que se le hará al segundo bote para conectar ambos botes con un tubo de 3" X 6" en ángulo de 110° el cual provocaría la entrada de vapor al segundo bote y haría la función de cabeza de arrastre (diagrama 3 y 4).



**Diagrama 3:** Bote 1 y bote 2.



**Diagrama 4:** Bote 1 y bote 2.

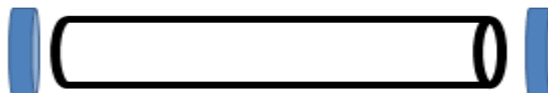
Dicho ensamblado se puede apreciar en la Figura 14.



**Fig. 18.** Vista lateral y superior del equipo de destilación por arrastre de vapor construido por los estudiantes de Nivel Medio Superior.

Segunda etapa:

Ya unidos los dos botes, se debe hacer otro barreno para conectar el segundo bote con el refrigerante. Dicho refrigerante se construyó con tubo de PVC de 2" de diámetro y de aproximadamente 16" de largo, se le pegan los coples de 2" por ambos lados del tubo para que funcionen como tapas (diagrama 5)



**Diagrama 5:** Tubo de PVC y coples.

A cada una de las tapas se les realizan dos barrenos uno de 1/2" en el cual debe entrar, completamente justo, para evitar fugas de agua, el tubo de vidrio de 1/2" que por un lado se conecta al segundo bote y por donde saldrá el vapor previamente condensado (diagrama 6).



**Diagrama 6:** Ensamblado del refrigerante.

En el segundo barreno de  $\frac{1}{4}$ ", se conecta a las mangueras de la bomba de reflujo (diagrama 7).



**Diagrama 7:** Ensamblado del refrigerante.

Finalmente estas tapas se pegan a los coples insertando el tubo de vidrio de tal modo que esté completamente justo y que no se provoquen fugas de agua, para ello se va ajustando la entrada del tubo de vidrio para evitar que éste quede flojo y por tanto se deseché el cople. El ensamblado completo se puede apreciar en la figura 15.



**Fig. 15.** Ensamblado completo del equipo de destilación por arrastre de vapor.

La construcción y ensamblado del equipo de destilación por arrastre de vapor hecha por los estudiantes de Nivel Medio Superior se realizó en algunos casos de manera satisfactoria, mientras que en otros se tuvieron que resolver antes algunos problemas que se repararon en la siguiente actividad.

Esta actividad en especial provocó mucha tensión entre los equipos, por las siguientes causas:

- La implementación de herramientas de las que, la mayoría, desconocían su uso adecuado, como el taladro y soplete.
- La frustración y responsabilidad que generaba ante sus compañeros cometer un error que finalmente repercutía en el mal ensamblado o en el no funcionamiento del equipo.
- La pérdida de materiales que después era necesario recuperar, como los tubos de vidrio, que a la hora de moldear o manipular durante el ensamble se rompían.

El estrés generó algunas fricciones entre compañeros y se evidenciaban en los intercambios de opinión que en algunos casos llegaban a la inconformidad de algunas situaciones. En estos casos se planteó el “conflicto” como un proceso interactivo en el que había la necesidad de llegar a acuerdos, de hecho, en algunos casos el conflicto planteado origina nuevas formas de hacer, búsqueda de soluciones y toma de decisiones. En el mejor de los casos, este estrés propició que los equipos se unieran para redoblar esfuerzos y en muchos casos se creaba una especie de co-responsabilidad e interdependencia positiva.

#### **4. 1. 3. Actividades posteriores a la construcción del equipo de destilación.**

##### **8ª. Actividad:** Destilación exitosa.

Para el desarrollo del proceso de destilación, comenzamos por verificar la funcionalidad de cada uno de los equipos, muchos de los cuales tuvieron que resolver errores de funcionamiento en los equipos antes de la destilación.

Algunos de los problemas surgidos en esta etapa fueron los siguientes:

- Tubos de vidrio que, al ser ensamblados a presión utilizando la fuerza, se estrellaban o rompían.
- Fugas en alguno de los compartimentos.
- Barrenos que eran muy pequeños y no permitían el ensamble de elementos o barrenos muy grandes que provocaban fugas en el equipo o en casos extremos el reemplazo del elemento porque ya no servía en el ensamblado.

- El desconocimiento y falta de habilidad en el uso de herramientas.
- Poca fuerza en el ensamblado de elementos a presión.

Muchos de los problemas generados a partir de la actividad como la pérdida de materiales (tubos rotos o barrenos grandes que hacían inservible el material) provocaron tensión y fricciones al interior de los grupos que pudieron solucionar mediante la comunicación, empatía y tolerancia. Otros problemas como las fugas en el equipo promovieron la toma de decisiones, retroalimentación, colaboración y corrección de fallas. En cuanto al desconocimiento, falta de habilidad en el uso de herramientas e incluso la falta de fuerza en el ensamblado de elementos a presión (suscitado principalmente en las mujeres) promovió la colaboración entre los miembros del equipo y unión entre ellos o incluso la necesidad de establecer vínculos con otros equipos para que les brindaran la ayuda necesaria. De alguna forma podemos decir que muchas de las actitudes generadas, tanto positivas como negativas, promovieron el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes.

Una vez subsanados los errores de ensamblado generados en la etapa de construcción, se procedió a iniciar el proceso de destilación con uno de los equipos que estaba funcionando al cien por ciento. Esta actividad detonó los siguientes comentarios:

Eduardo Ivan cuenta al respecto en su reporte final: “la parte que me encantó (y no sólo a mi), fue ver la primera gota de destilación. Fue un momento memorable, debido a que sabíamos que nuestro esfuerzo no fue en vano.”

Otro de los alumnos, Salvador comentó en su reporte final: “...la experiencia más agradable fue cuando nuestro destilador realizó su primera extracción de esencia, esa fue desde mi punto de vista una de las más agradables.”

Suky Cristina escribió en su diario de reflexión el 24 de febrero: “Hoy hicimos la destilación y ¡¡sí salió!! Me gustó la experiencia fue emocionante.”

Luis Ángel, también en su diario de reflexión compartió: “¡Todo valió la pena!, ¡somos un gran equipo! ¡La gota más esperada del 2011!

Si contrastamos la 7ª y 8ª actividad con los comentarios generados por ellos, podemos notar que las tareas asignadas para la construcción del equipo de destilación produjeron tensión y conflictos generadores de conocimientos al resolver situaciones académicas relacionadas con la mejor forma de resolver la actividad experimental; habilidades sociales a la hora de comunicarse con sus compañeros, empatía, paciencia, tolerancia y vínculos afectivos que en su momento llegaron a ser un aliciente para perseverar en la tarea y que al final se vieron recompensados al conseguir el objetivo planteado al inicio del proyecto: construir un equipo de destilación por arrastre con vapor y la consecuente obtención de la esencia

**9ª. Actividad:** Noche de las estrellas.

Cuando ya teníamos los destiladores contruidos y funcionando, se hizo la invitación al grupo para realizar de manera pública una demostración de los equipos de destilación el día 26 de Febrero de 2011 dentro del concurso denominado “Noche de las estrellas”.

Alumnos como José Manuel, expresaban su confianza, a raíz de la invitación, sobre la posibilidad de tener un buen desempeño dentro del concurso.

Justo el día de la presentación, a la hora de conectar el equipo, se quemó la resistencia. Ante esta situación, los alumnos consensaron y tomaron decisiones sin ayuda de nadie, incluso, cuando tuvieron que explicar lo referente al equipo y proceso de destilación también lo hicieron solos. Para muchos de ellos fue grato obtener dentro del concurso el primer lugar y generaron los siguientes comentarios en su reporte final:

Heder: “Otra de las experiencias buenas, incluso la mejor, fue haber ganado un concurso de química con este proyecto ya que todos le pusimos empeño y a pesar de los problemas logramos salir a adelante”.

Mónica Paola: “... el profesor nos inscribió en un concurso llamado la noche de estrellas en el cual nuestro proyecto fue el vencedor...”

Jenny: “El concurso “Noche de estrellas” fue un tormento, hubo muchas peleas, discusiones y desacuerdos en el grupo por la toma de decisiones...pero gracias a Dios, después del estrés, el dolor de estómago y otras enfermedades, las cosas salieron bien y ganamos el premio”

Melvin Gabriel: “... fue muy agradable que este sueño, nuestro proyecto, se fuera a una competencia. Ganó el primer lugar y eso nos llenó de orgullo a todos los del salón porque nuestro esfuerzo dio frutos reales y un gran gozo... ya era justo después de tanto tiempo y tanto esfuerzo”

Al final, el objetivo de promover su habilidades prácticas y su aprendizaje colaborativo se ve manifiesto en las discusiones para consensar, tomar decisiones, emprender acciones para solucionar los problemas, fomentar y reafirmar su confianza en su trabajo y sobre todo en ver recompensados sus esfuerzos a través del trabajo individual y de sus compañeros.

**10ª. Actividad:** Comparativo entre equipo de laboratorio y equipo de bajo costo.

Se llevó a cabo un intercambio de experiencias entre mis estudiantes y los de la Facultad de Ciencias Químicas, específicamente de la licenciatura de Farmacia. La intención fue comparar entre el uso del equipo construido con materiales económicos y el funcionamiento de un equipo de destilación por arrastre con vapor ensamblado con materiales de laboratorio para que los alumnos analizaran las ventajas e inconvenientes de trabajar con ambos equipos.

Estos fueron los resultados comparativos reportados en la V de Gowin y en su reporte de la actividad en el que los alumnos analizan detallada y objetivamente las ventajas y desventajas entre su equipo y el equipo ensamblado con materiales de laboratorio por los alumnos de licenciatura:

EQUIPO DE LABORATORIO		EQUIPO ECONÓMICO	
VENTAJAS	DESVENTAJAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Los materiales son más delicados	Su ensamble es complicado	Es efectivo	Necesita mejoras
No hay fugas	Tarda en calentar	Calienta rápido	Fugas
La bomba que utiliza es mejor	Requiere precisión	Es económico	Provocar quemaduras
Se visualiza el proceso	Tarda la destilación	Práctico	Puede ocasionar cortos circuitos
Control de la temperatura		Sencillo	No se ve el proceso
Precisión		Destilación rápida	Provocar accidentes
La calidad del refrigerante		No se rompen los recipientes	
La esencia es más aceitosa		Menor costo	
		Funcional	
		No necesita de un laboratorio	
		Cualquier persona lo puede construir	

Al analizar las diferencias, realizan las siguientes sugerencias para mejorar su propio equipo:

- Sellar bien las mangueras para evitar filtraciones.
- Probar con otros materiales para evitar accidentes.
- Hacer más largo el refrigerante.
- Hallar otro material que ayude a calentar el agua en lugar de la resistencia.

Al realizar esta actividad no sólo desarrollan su actitud crítica y autocrítica, sino que además desarrollan una actitud propositiva.

### 11ª. Actividad: Evaluación de aprendizajes esperados.

En esta actividad se evaluaron los conocimientos adquiridos por los estudiantes, plasmados en dos instrumentos requeridos por el docente como son: el mapa conceptual y el diagrama V de Gowin.

#### Mapas conceptuales

Con el mapa conceptual se evaluó la relación que existe entre los diferentes conceptos vinculados al tema de destilación por arrastre con vapor. Se debe mencionar que los mapas conceptuales entregados como evidencia fueron evaluados aplicando la rúbrica ubicada en el anexo IV, mientras que las evidencias se localizan en los anexos V al XI.

La evaluación de los mapas conceptuales se presenta en la siguiente tabla:

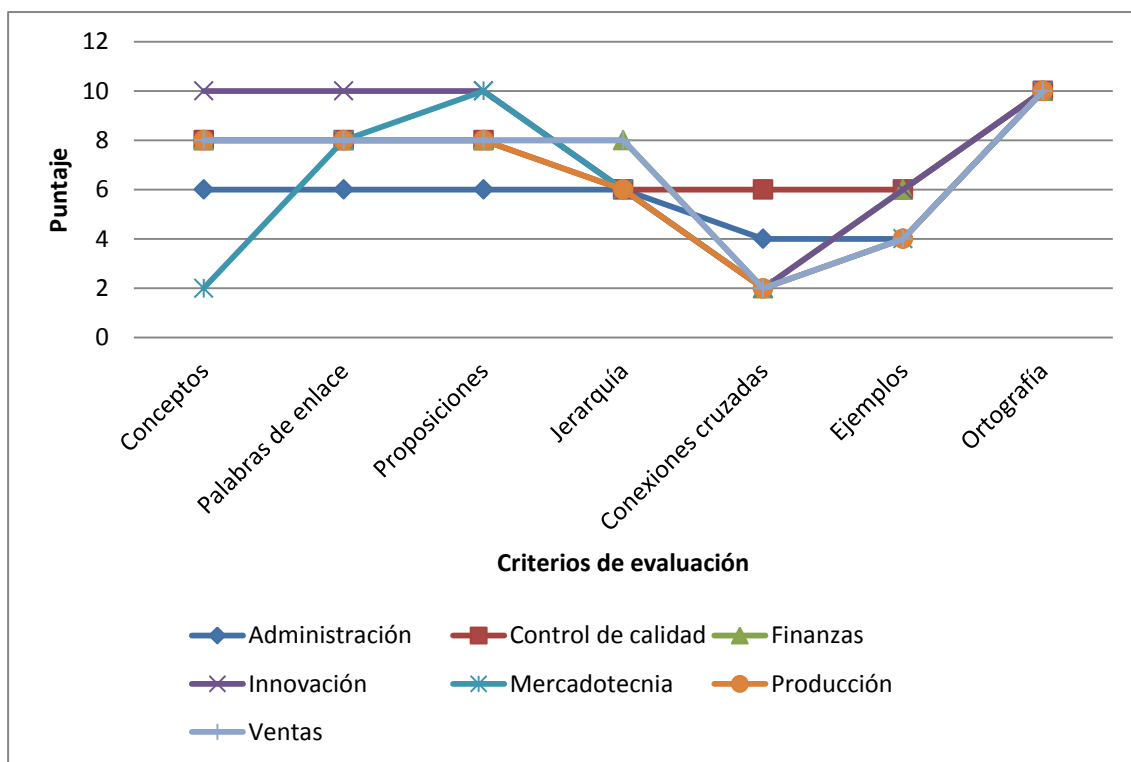
	C.	P. de E.	Prop.	J.	C. C.	Ejem.	O.	Total
Administración	6	6	6	6	4	4	10	6
Control de calidad	8	8	8	6	6	6	10	7.42
Finanzas	8	8	8	8	2	6	10	7.14
Innovación	10	10	10	6	2	6	10	7.71
Mercadotecnia	2	8	10	6	2	4	10	6
Producción	8	8	8	6	2	4	10	6.57
Ventas	8	8	8	8	2	4	10	6.85
Total	7.14	8	8.28	6.57	2.85	4.85	10	

Los aspectos evaluados con la rúbrica fueron los siguientes:

1. Conceptos. (C.)
2. Palabras de enlace. (P. de E.)
3. Propositiones. (Prop.)
4. Jerarquías. (J.)
5. Conexiones cruzadas. (C. C.)
6. Ejemplos. (Ejem.)

## 7. Ortografía. (O.)

Los resultados alcanzados se expresan en la gráfica 1.



**Gráfica 1.** Evaluación de mapas conceptuales.

Dicho lo anterior, cabe destacar que en un mapa conceptual no se deben introducir párrafos como conceptos, ya que es necesario seleccionar la información que se desea exponer; sin embargo, al equipo de mercadotecnia le fue difícil llevar a cabo este proceso puesto que coloca párrafos completos en lugar de conceptos, motivo por el cual se denota con un puntaje muy bajo en relación al primer criterio evaluado.

Continuando con la descripción de la evaluación se aprecia que, en el caso de las palabras de enlace, el equipo de administración al enlazar conceptos no cuenta con algunos de ellos y por lo tanto no puede establecer una conexión entre dichos conceptos. Además su trabajo tiene más rasgos característicos de un diagrama de flujo del proceso de armado del equipo de destilación, que de un mapa referente a la parte conceptual de la destilación por arrastre con vapor.

Un aspecto muy marcado en la mayoría de los trabajos de estos equipos fue la falta de visión para establecer enlaces cruzados entre conceptos salvo el equipo de control de calidad que logro señalar algunas relaciones entre conceptos aunque no estableció palabras de enlace.

En general, los aspectos menos desarrollados por el grupo fueron jerarquía, conexiones cruzadas y ejemplos. Mientras que los equipos con menor rendimiento fueron administración y mercadotecnia.

Pese a lo anterior, considero que el incremento cognitivo fue satisfactorio como en el caso del equipo de Innovación, quienes logran establecer un mapa conceptual apoyados por el software CMap Tools el cual constituye una excelente herramienta para potenciar su autoaprendizaje y organizar importantes volúmenes de conocimientos e información. Es evidente que el equipo de innovación logra establecer con claridad los conceptos relacionados con el tema gracias al apoyo de este software.

Finalmente, cerrare con algo que señala Novak *“la mayor parte de los males del mundo sólo puede arreglarse por medio de una mejor educación y capacitar a las personas para que puedan asumir su propia elaboración de significados es, en definitiva, el reto fundamental de la civilización moderna”*.

### V de Gowin

En el caso de la V de Gowin la finalidad perseguida consistió en que cada equipo plasmara su experiencia vivida a través del proceso realizado con el equipo de destilación por arrastre con vapor. Cabe aclarar que cada equipo realizó la destilación de una muestra diferente.

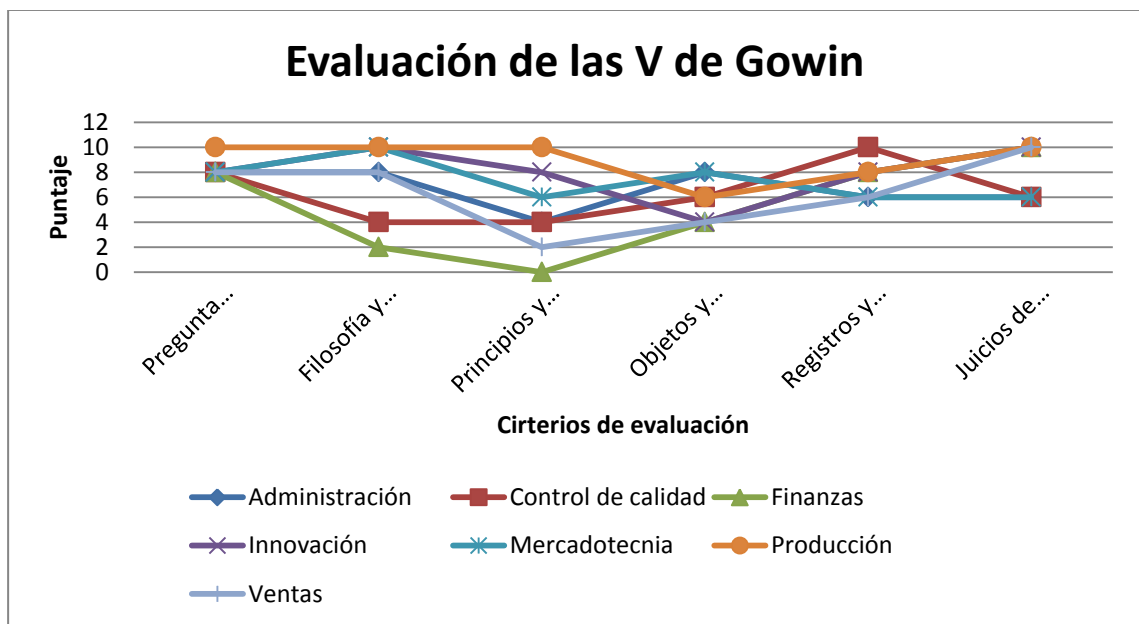
Las V de Gowin entregadas como evidencia fueron evaluadas con la rúbrica ubicada en el anexo XII y las evidencias se localizan del anexo XIII al XIX.

Los resultados alcanzados se expresarán en la siguiente tabla.

	P. C.	F. y T.	P. y C.	O. y A.	R. y T.	J. C. y J. V.	Total
<b>Administración</b>	8	8	4	8	6	6	6.66
<b>Control de calidad</b>	8	4	4	6	10	6	6.33
<b>Finanzas</b>	8	2	0	4	8	10	5.33
<b>Innovación</b>	8	10	8	4	8	10	8
<b>Mercadotecnia</b>	8	10	6	8	6	6	7.33
<b>Producción</b>	10	10	10	6	8	10	9
<b>Ventas</b>	8	8	2	4	6	10	6.33
<b>Total</b>	8.28	7.42	4.85	5.71	7.42	8.28	

Los aspectos evaluados con la rúbrica fueron los siguientes:

1. Pregunta central (P. C.)
2. Filosofía y teoría (F. y T.)
3. Principios y conceptos (P. y C.)
4. Objetos y acontecimientos (O. y A.)
5. Registros y transformaciones (R. y T.)
6. Juicios de conocimiento y juicios de valor (J. C. y J. V.)



**Gráfica 2.** Evaluación de las Uves de Gowin.

En relación a la pregunta central que fue el primer criterio de evaluación, cuatro de los siete equipos involucran la palabra destilación y los tres restantes mencionan la extracción de una esencia como su principal acontecimiento de estudio. Por otro lado seis de los siete equipos señalan cuál sería su objeto de estudio (almendra, cereza, guayaba, hierbabuena, romero y anís). Por lo que se consideraron un parámetro óptimo dentro del estudio realizado, destacando al equipo de producción el cual además de hacer dos preguntas, cuestiona el tamaño de la muestra a destilar.

Continuando con el análisis de estos trabajos, cabe destacar que tres de los siete equipos señalan la Ley de Dalton como fundamento de la teoría relacionada con su estudio. Podrían ser cuatro salvo por el equipo de control de calidad que la ubica como parte de los principios que regirán su investigación.

En cuanto a los principios y conceptos se destacan dos casos: en el caso del equipo de finanzas su puntaje es bajo, pues no señala los conceptos presentes en su investigación. Mientras que el equipo de producción tiene un puntaje alto al denotar cuatro conceptos relacionados con su dominio conceptual.

La parte central, específicamente en los objetos y conocimientos, se encontró que los equipos de finanzas, innovación y ventas no señalan los objetos utilizados en el proceso de construcción del equipo de destilación y resaltar lo hecho por el equipo de control de calidad que, pese a no mencionar los objetos utilizados los ilustra por medio de imágenes.

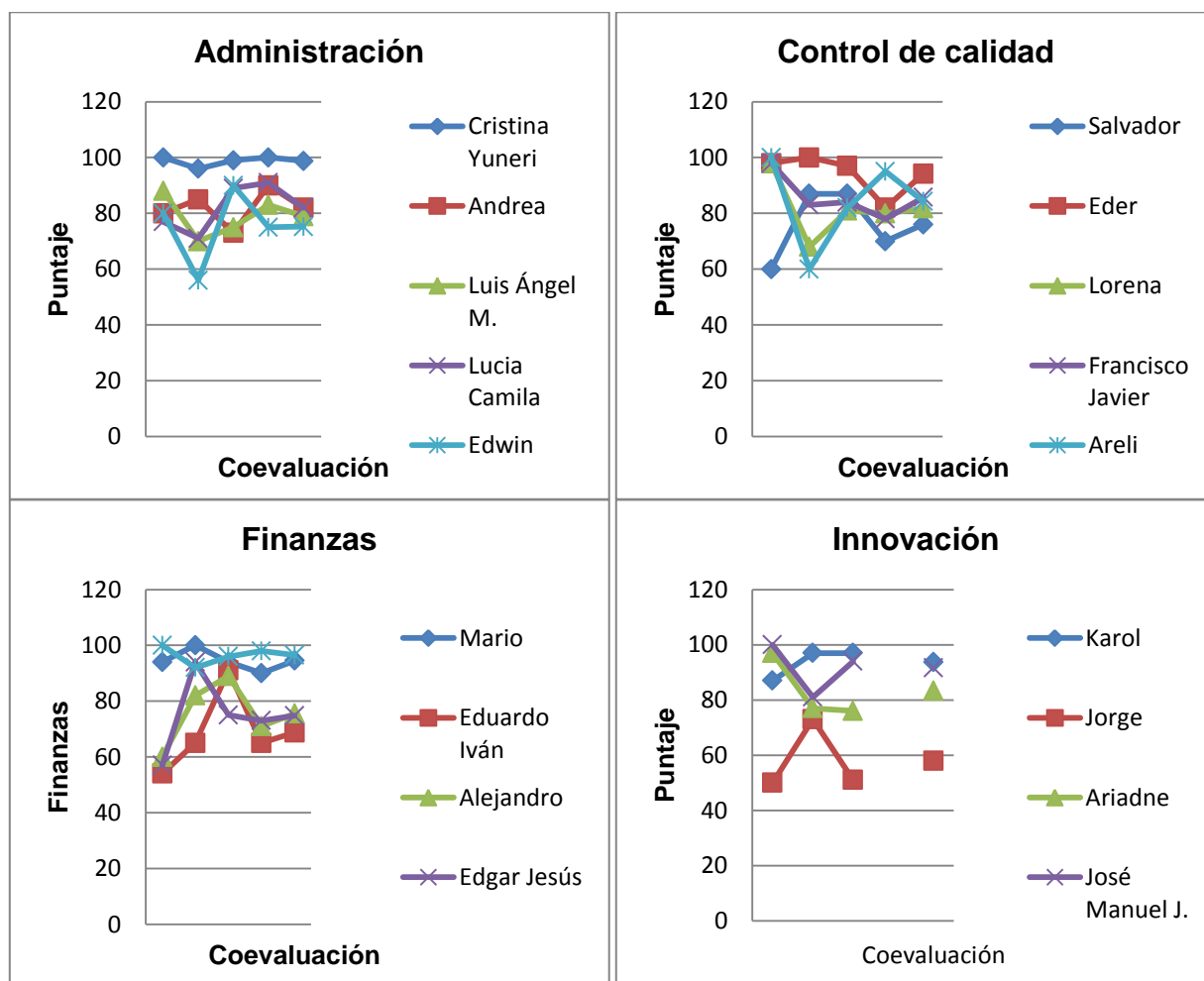
Con respecto al registro y transformaciones, los alumnos mencionan su visita a la Facultad de Ciencias Químicas (actividad 10) y establecen un comparativo entre su equipo y el equipo de laboratorio mediante una tabla.

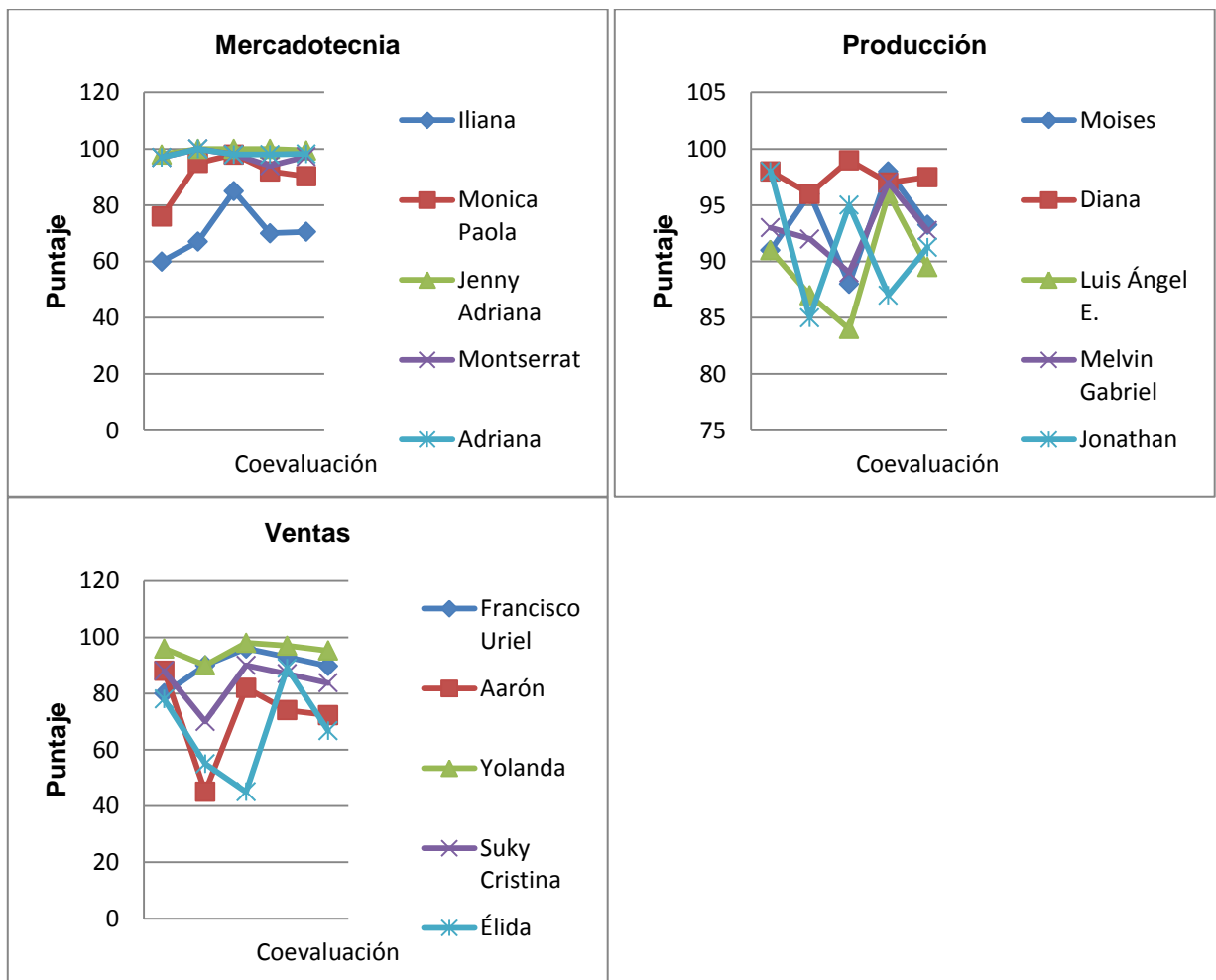
Finalmente, de acuerdo a lo reportado por los diferentes equipos con respecto a los juicios tanto de conocimiento como de valor, cabe destacar las aplicaciones que da el equipo de ventas al dominio metodológico al señalar que: “el anís es rico en anetol, ayuda al aparato digestivo, en cuestión de funcionamiento y enfermedades, al respiratorio, al sistema nervioso y como fruta afrodisiaca”.

Como podemos ver, los aspectos menos desarrollados por el grupo fueron principios y conceptos y objetos y acontecimientos. Mientras que el equipo con menor desempeño fue finanzas.

**12ª. Actividad:** Evaluación del trabajo colaborativo.

Referente al aprendizaje colaborativo existen dos aspectos que son de vital importancia: *la interdependencia positiva y la responsabilidad individual y de grupo*. Para determinar si hubo o no trabajo colaborativo fue necesario realizar una coevaluación y que los estudiantes además entregaran por escrito el reporte final para entender el proceso vivido dentro de los equipos de trabajo. Los valores arrojados por los desempeños logrados, éstos se presentan en la gráfica 3.





**Gráfica 3.** Coevaluación del trabajo colaborativo.

Los aspectos evaluados dentro del trabajo en equipo fueron los siguientes:

- ✓ Ayudó a investigar y recopilar los datos.
- ✓ Fue creativo y aportó ideas al trabajo en equipo.
- ✓ Desarrolló una actitud crítica y propositiva ante una idea o propuesta.
- ✓ Se organizó para que las cosas más importantes se hicieran a tiempo.
- ✓ Aporto en la escritura y/o dibujos para una buena presentación de los trabajos.

En el gráfico se puede apreciar que de los 34 alumnos, 24 posee una evaluación que se encuentra dentro del rango de 81% al 100% de efectividad; sin embargo, de los 10 restantes, 7 se encuentran dentro del rango del 71% a 80, 2 poseen entre 61% y 70% y sólo uno se encuentra por debajo del 60%. Cabe destacar que los últimos tres alumnos reportados en estos porcentajes, generalmente se opusieron al trabajo en equipo por diversas circunstancias, por ejemplo:

- ❖ Uno de ellos manifestó: “el profesor es el encargado de dar la clase (transmisión de conocimientos), y nosotros no debemos enfocarnos tanto en el proyecto”. Lo que evidencia su noción de una escuela tradicional, y por lo tanto el rol activo del profesor, contrastando con el rol pasivo del educando.
- ❖ Una de ellas comentó tener problemas familiares por tal motivo presentaba ausentismo y para ella era difícil seguir el ritmo de trabajo de su equipo.
- ❖ Otro caso es el de un chico que argumentó sus malas experiencias del trabajo en equipo y que por tanto le gustaba trabajar solo (estructura de aprendizaje individualista).

Cabe destacar que a pesar de las adversidades presentadas en los diferentes equipos su participación fue muy valiosa y que incluso algunos de ellos prescindieron de la enseñanza del profesor como en el caso de Cristina Yuneri quien señala que “lo mejor de todo es que la mayoría de las veces aprendí de mis compañeros que del maestro ya que me explicaban de una forma diferente” pasando así de un modelo de enseñanza pasivo centrado en el maestro a un modelo de enseñanza interactivo centrado en el estudiante, cuyo aspecto resulta interesante pues este modelo señala la independencia del estudiante.

Otro ejemplo es el de Lucía Camila al señalar que “fue bueno porque hubo ocasiones que uno no sabía nada y otro integrante del equipo lo explicaba y si la mayoría no entendía nada, checábamos apuntes para poder entender un poco. Pero siempre hubo una salida de aprendizaje”.

En resumen, debo destacar que los alumnos si lograron desarrollar su interdependencia positiva, pues en ocasiones compartían conocimientos y aclaraban sus dudas, se asignaban tareas y se apoyaban en su ejecución, desarrollaban sus habilidades prácticas y procuraban que otros también lo hicieran. En los casos en los que llegaron a presentar desacuerdos, los resolvieron mediante el consenso y la resolución de problemas.

Los alumnos se apoyaron de manera activa, compartieron saberes y recursos y de manera frecuente se estimulaban unos a otros.

Al principio, su grado de responsabilidad con respecto a las tareas en equipo era deficiente, pero en muchos casos fueron tomando conciencia de que su desempeño afectaba al del equipo y procuraron mejorar en este aspecto.

Cuando se organizaron los equipos, muchos alumnos manifestaron su escepticismo de trabajar en conjunto pero conforme fue avanzando el trabajo lograron establecer vínculos de amistad, confianza y empatía.

Con el tiempo su valoración como grupo fue aumentando y lograron desarrollar la confianza de que su trabajo era bueno incluso mucho antes de ganar el concurso de la noche de estrellas.

## CONCLUSIONES.

Al término de este trabajo de indagación podemos concluir lo siguiente:

- El trabajo colaborativo con los estudiantes permeó y logró su eficacia en un 90%, a excepción de tres casos: uno en el que la concepción de la escuela tradicionalista impidió que cambiara su rol pasivo por un rol mucho más activo; otro en el que su estructura de aprendizaje individualista y sus malas experiencias del trabajo en equipo, le hicieron que limitase su participación dentro del equipo solamente en función de su noción de responsabilidad, sin llegar al convencimiento, al compromiso ni al establecimiento de vínculos. Por lo cual podemos afirmar que la hipótesis afirmativa de mi investigación se cumple en un 90%, pero que también se da al mismo tiempo que la hipótesis alternativa (10%).
- Las ventajas del trabajo colaborativo se dieron en torno a la interacción social con distintas finalidades (compartir conocimientos, habilidades y reforzar valores), negociación y consenso para la resolución de problemas, la promoción de un co-liderazgo en armonía con el rol del líder, la capacidad de emprender actividades en la toma de decisiones, el incremento de la capacidad creativa, pero sobre todo en función de crear vínculos al interior de los equipos (de confianza, empatía y afectivos).
- Los principales obstáculos que el docente debe tomar en cuenta en cuanto al trabajo colaborativo son el desarrollo de una responsabilidad individual y los comportamientos ajenos a la tarea asignada (distracciones, noviazgos o relajó). Sin embargo se deba tomar en cuenta que algunos comportamientos ajenos a la tarea, como el relajó no necesariamente tienen un aspecto negativo sino liberan tensiones y ayudan a que los estudiantes retomen la tarea con mayor entusiasmo.
- En cuanto al objetivo de construir un equipo de destilación por arrastre con vapor, no solo se logró que los alumnos solucionaran algunas deficiencias como fugas, ruptura de tubos de vidrio hasta cortos circuitos. Sino que se lograron su funcionamiento y la extracción de las esencias de diverso productos. Este hecho generó su confianza personal, grupal y del proyecto en general, sobre

todo en el logro del primer lugar del evento denominado “La noche de las estrellas”.

- En lo referente a los instrumentos de evaluación, especialmente en la elaboración de mapas conceptuales y V de Gowin, es evidente que favorecen el desarrollo cognitivo del estudiante; sin embargo, es necesario que el docente tenga muy claros los objetivos de aprendizaje, que sea claro al dar la capacitación sobre el uso de estos instrumentos y que los estudiantes estén informados sobre la forma en que se evaluarán. Ya que estos instrumentos permiten conectar, integrar, jerarquizar y relacionar los conceptos de un tema o disciplina, así como analizar los procesos llevados a cabo por los estudiantes y saber si éstos llegaron a un aprendizaje significativo. Considero que el uso de estos instrumentos es viable porque permiten vincular el aspecto teórico (conceptual) con el proceso, es decir, lo práctico (metodológico).

## BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, T. M. F. (2006) “El mapa conceptual una herramienta para aprender y enseñar”, *Plasticidad y restauración neurológica*, Volumen 5, Núm. 1, pp. 62–72.

Aguilar, G. R. M., y Hernández, M. E. (2004). “¿Qué piensan los alumnos acerca de los mapas conceptuales como herramienta de aprendizaje?”. *ContactoS*, 53, pp. 56–69.

Ali, I., (1996). “A compact steam distillation apparatus”. *J. Chem. Educ.* **73** [3], 285.

Arends, R. I., (2007). *Aprender a enseñar*. Mc Graw Hill. Séptima edición. México.

Arraiza, Bermúdez–Cañete M. P. (2014). Universidad Politécnica de Madrid UPM. Ingeniería Agroforestal. Uso Industrial de Plantas Aromáticas y Medicinales (PAM). Material de Clase Tema 7 Aceites Esenciales. <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/material-de-clase> (Última fecha de consulta Agosto de 2014).

Baldor, A. (2007). *Aritmética*. Grupo editorial patria, México.

Barkley, E. F., Cross, K. P. y Major, C. H., (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo. Manual para el profesorado universitario*. Morata. Segunda edición. Madrid.

Boggino, N., (2002). *Cómo elaborar mapas conceptuales. Aprendizaje significativo y globalizado*. Homo Sapiens Ediciones. Argentina.

Brewster, R., Vanderwerf, C. y Mcewen, W. (1978). *Curso de química orgánica experimental*. Alhambra. España.

Bulwik, M., (2000). “Formación docente continua: más que una necesidad” *Educación Química*, **11**[3], pp. 294–299.

Carretero, M., (2009). *Constructivismo y educación*. Paidós. Buenos Aires.

Cervantes, B. y Loredó, J., (2009). *Manual pedagógico de prácticas de química general en microescala*. Universidad Iberoamericana. México.

Chamizo, J. A., (1995). “Mapas conceptuales en la enseñanza y la evaluación de la química”, *Educación Química*, **6** [2], pp. 118–124.

Chamizo, J. A., (2000). “La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor”, *Educación Química*, **11**[1], pp. 132–136.

Chamizo, J. A., (2004). “La formación de profesores en México. Recuento de una utopía”, *Educación Química*, **15** [1], pp. 32–39.

Chamizo, J. A. y Hernández, G., (2000). Evaluación de los aprendizajes cuarta y última parte. “Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado”, *Educación Química*, **11** [1], pp. 182–187.

Craveiro, A. A., Matos, F. J. A., Alencar, J. W., (1976). “A simple and inexpensive steam generator for essential oils extraction” *J. Chem. Educ.* **53** [10], 652.

Díaz–Barriga, A. F. y Hernández, R. G., (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo una interpretación constructivista*. Mc. Graw Hill. 2ª. Edición. México.

Domínguez, X. y Domínguez, X. (1990). *Química orgánica experimental*. Editorial Limusa. México.

Durst, H. D. y Gokel, G. W., (1985). *Química orgánica experimental*. Editorial Revérte. España.

Eisenbraun, E. J., Hall, H., Adkins, M. W., (1972). “A laboratory steam generator and steam distillation apparatus”. *J. Chem. Educ.* **49** [6], 441-442.

Escribano, G. A. y Del Valle, L. A. Coords. (2010). *El Aprendizaje Basado en Problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior*. Narcea. Madrid.

Escudero, C., y Moreira, M. A. (1999). “La V epistemológica aplicada a algunos enfoque en resolución de problemas”. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 17 (1), pp. 61–68.

Ferreiro, G. R. y Calderón, E. M., (2009). *El ABC del aprendizaje cooperativo. Trabajo en equipo para aprender y enseñar*. Trillas. México.

González, G. F. M., (1992). “Los mapas conceptuales de J. D. Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales”. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 10 (2), pp. 148–158.

González, G. F. M., (2008). *El mapa conceptual y el diagrama uve. Recursos para enseñanza superior en el siglo XXI*. Narcea. Madrid.

Hinton, J. F., Than, A., Amis, E. S., (1967). “An automatic distillation apparatus”. *J. Chem. Educ.* **44** [2], 112.

Kind, V., (2005). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. Aula XXI Santillana. México.

Lane, R. K., Provence, P. D., Adkins, M. W., Eisenbraun, E. J., (1987). “Laboratory steam distillation using electrically generator superheated steam” *J. Chem. Educ.* **64** [4], 373-375.

Martínez, G. A., y Csáky, A. G., (2001). *Técnicas experimentales en síntesis orgánica*. Editorial Síntesis. Madrid.

Moreira, M. A. (1988). “Mapas conceptuales en la enseñanza de la física”, *Contactos*, Vol. 3 (2), pp. 38–57.

Novak, J. D. (1991). “Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor–investigador”. *Enseñanza de las ciencias*. 9 (3), pp. 215–228.

Novak, J. D., y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona, Martínez Roca.

Obaya, V. A., y Zambrano, M. S., (1998). “Posibilidades didácticas de los mapas conceptuales en ciencias químicas”, *ContactoS*, 28, pp. 18–23.

Porlán, R., García, J. E. y Cañal, P., (Compiladores) (1997). *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*, Díada Editora, Sevilla.

Pozo, M. J. I., (1999). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Morata. Sexta edición. Madrid.

Pozo, M. J. y Gómez, C. M., (2001). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Morata. Tercera edición. Madrid.

Rodríguez-Álvarez, M., Alcaráz-Meléndez, L., Real-Cosío, S. (2012). Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 38 p. Proyecto SAGARPA-CONACYT 126183. <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/manual-aceites-esenciales.pdf> (Última fecha de consulta Agosto de 2014).

Sansón, O. C., González, M. R. M., Montagut, B. P., y Navarro, L. F. (2005). “La UVE heurística de Gowin y el mapa conceptual como estrategias que favorecen el aprendizaje experimental”. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congreso pp. 1–4.

Süskind, P., (2004). *El perfume. Historia de un asesino*. Seix Barral, México.

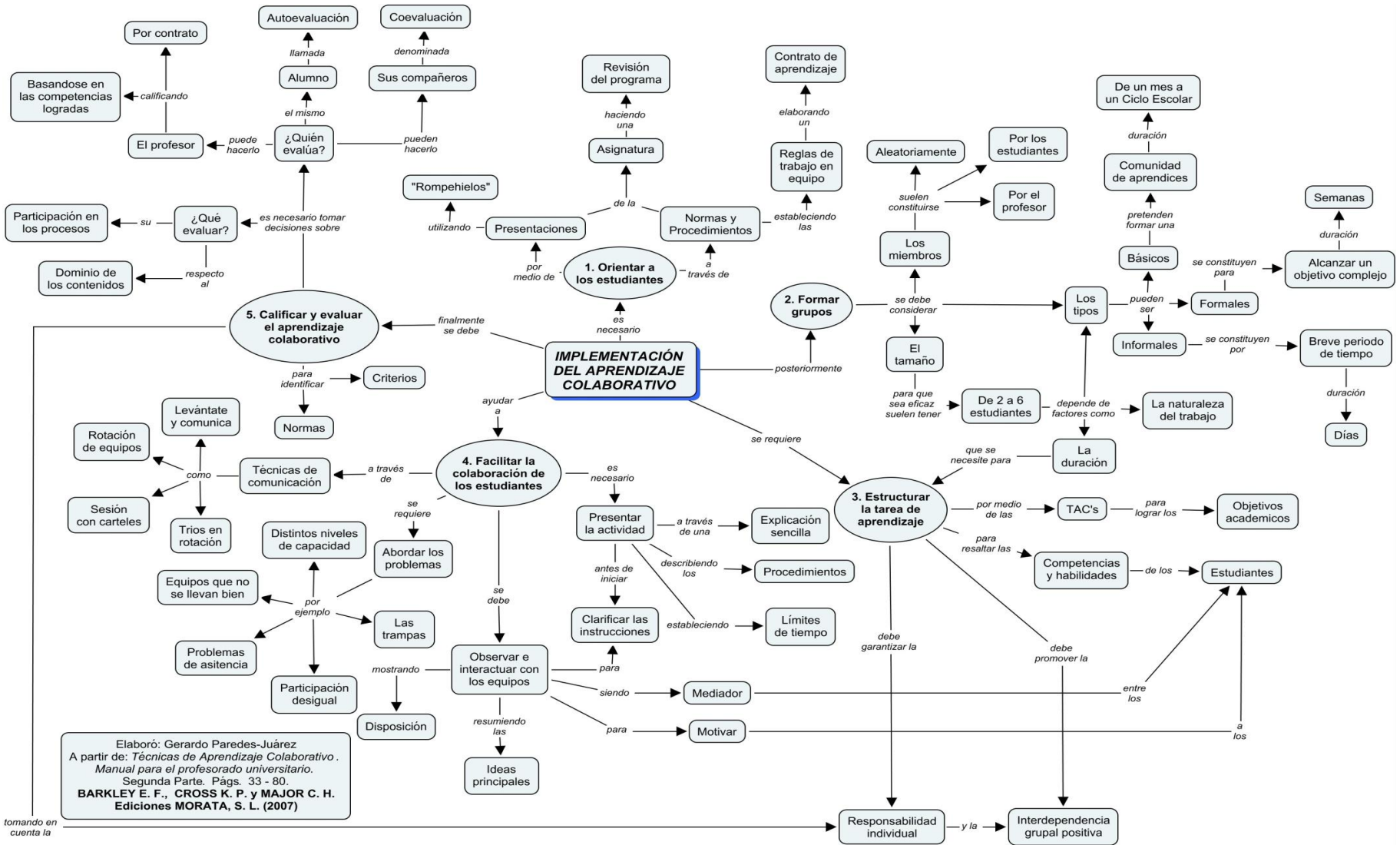
Valiente-Barderas, A., (1996). “Historia de la destilación”, *Educación Química*, 7 [2], 76–82.

Vernooy, R. (2010). *El aprendizaje colaborativo en acción. Ejemplos del manejo de los recursos naturales en Asia*. Mayol. Bogotá.

Yurkanis, B. P. (2008). *Química orgánica*. Pearson Educación. México.

## ANEXOS

## Anexo I. Implementación del aprendizaje colaborativo (A-Col.)



## Anexo II. Evaluación diagnóstica.

Escuela: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Grupo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué es un alambique y cómo funciona?

---

---

---

2. Dentro de la película “Perfume: historia de un asesino” se mencionan procesos para la obtención de una esencia. Mencione cuales son estos procesos.

---

---

---

3. ¿En qué consiste la destilación?

---

---

---

4. ¿En qué consiste la extracción?

---

---

---

### Anexo III. Estudiantes integrados en equipos de trabajo.

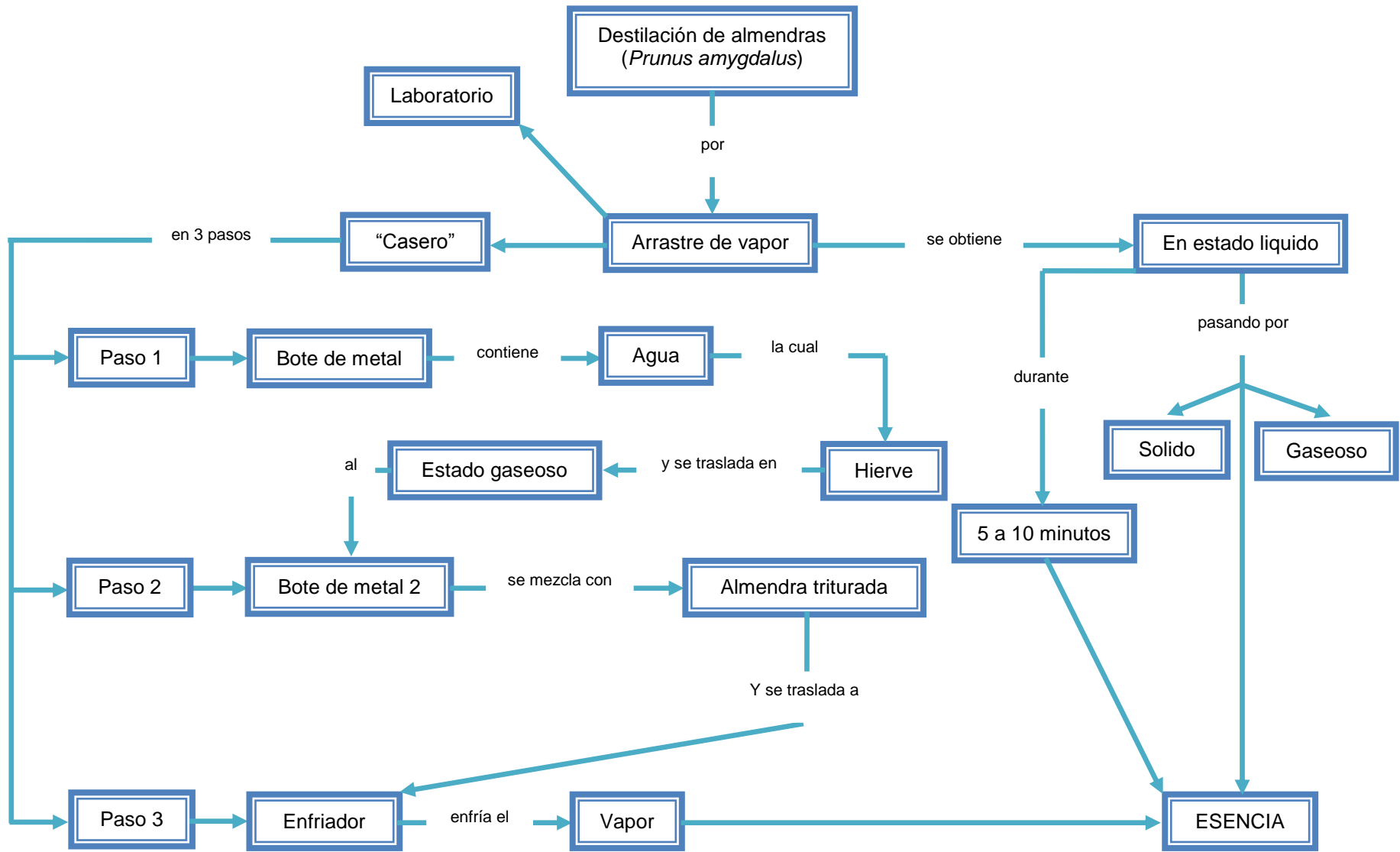
- Equipo 1 Administración
- Equipo 2 Control de calidad
- Equipo 3 Finanzas
- Equipo 4 Innovación
- Equipo 5 Mercadotecnia
- Equipo 6 Producción
- Equipo 7 Ventas



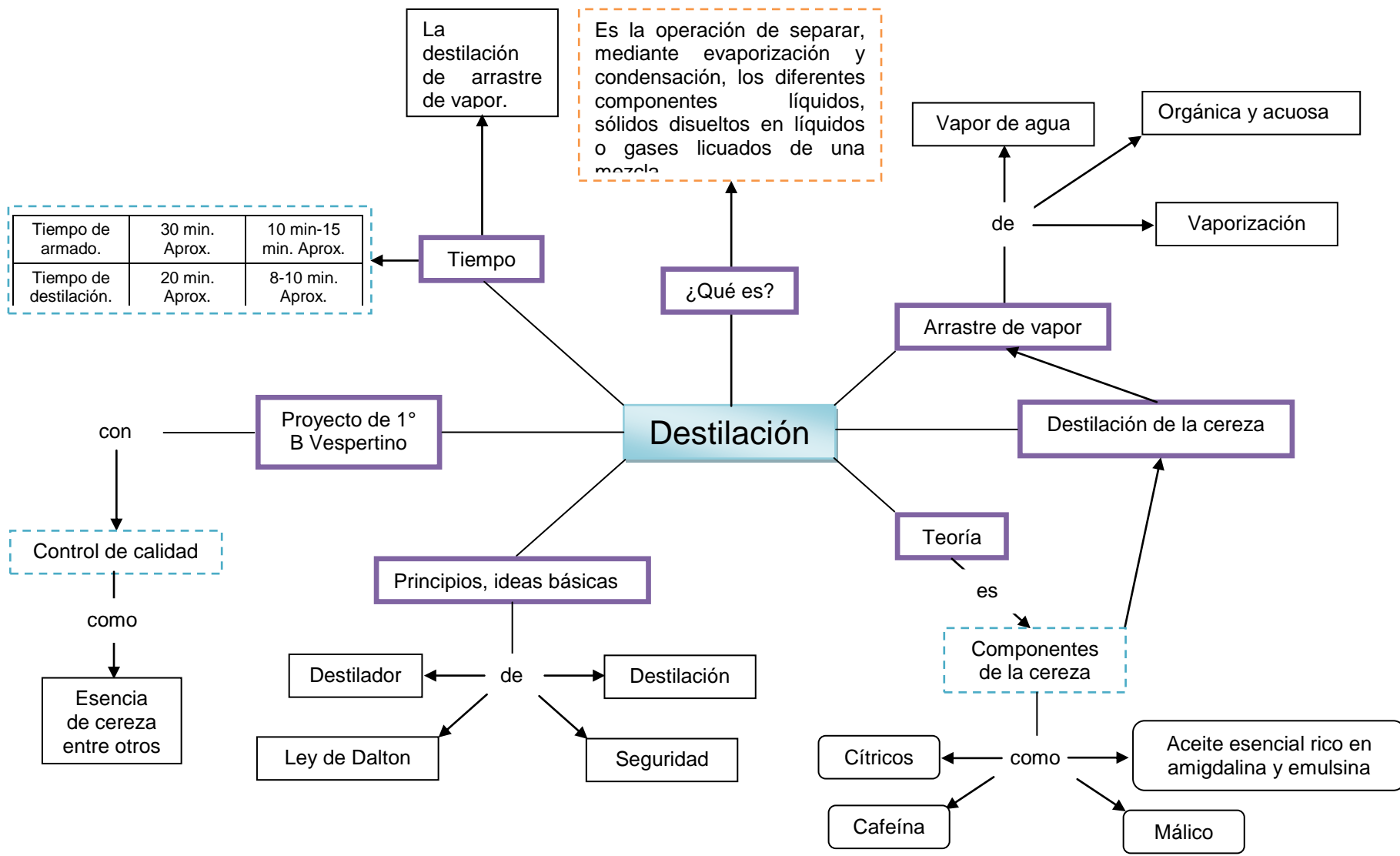
### Anexo IV. Rúbrica para evaluar mapa conceptual.

CRITERIOS	EXCELENTE (10)	MUY BIEN (8)	BIEN (6)	REGULAR (4)	SUFICIENTE (2)	INSUFICIENTE (0)
<b>CONCEPTOS</b>	Presenta un mapa conceptual que contiene de 21 a 30 conceptos sin repetir ninguno de estos los cuales se encuentran bien distribuidos dentro de las diferentes jerarquías.	Repite de 1 a 5 conceptos o de las palabras propuestas de 1 a 5 no son conceptos. Presenta un mapa conceptual que contiene de 16 a 20 conceptos o de 31 a 35.	Repite de 6 a 10 conceptos o de las palabras propuestas de 6 a 10 no son conceptos. Presenta un mapa conceptual que contiene de 11 a 15 conceptos o de 36 a 40.	Repite más de 10 conceptos, o de las palabras propuestas más de 10 no son conceptos. Presenta un mapa conceptual que contiene de 6 a 10 conceptos o de 41 a 45.	El mapa conceptual NO presenta conceptos, en su lugar se encuentran oraciones que contienen más de 10 palabras. Se presentan de 1 a 5 conceptos o más de 45.	NO se entrega el Mapa Conceptual o se entrega después de la fecha señalada.
<b>PALABRAS DE ENLACE</b>	El mapa conceptual presenta un lenguaje comprensible de la unión entre conceptos por medio de las palabras de enlace sin la repetición de ninguna de estas.	Se detectan de 1 a 5 proposiciones que no cuentan con palabras de enlace entre conceptos o repite de 1 a 5 frases como palabras de enlace.	Se encuentran de 6 a 10 proposiciones que no cuentan con palabras de enlace entre conceptos o repite de 6 a 10 frases como palabras de enlace.	Existen más de 10 proposiciones que no cuentan con palabras de enlace entre conceptos o repite más de 10 frases como palabras de enlace.	El trabajo entregado NO presenta palabras de enlace entre conceptos a todo lo largo y ancho del mapa conceptual.	
<b>PROPOSICIONES</b>	Todas las proposiciones presentadas son válidas y pueden leerse además de tener coherencia ya que se vinculan de forma adecuada los conceptos.	Se localizan de 1 a 5 proposiciones las cuales son incorrectas de acuerdo con el tema principal abordado.	Se presenta de 6 a 10 proposiciones erróneas las cuales no son acordes con el tema tratado.	Más de 10 proposiciones son falsas ya que presentan una relación inexistente entre conceptos.	Todas las proposiciones presentadas por el mapa conceptual son erróneas de acuerdo al tema abordado.	
<b>JERARQUÍA</b>	Se presentan 5 niveles jerárquicos y estos a su vez muestran de 2 a 5 ramificaciones cada uno.	Se presentan 4 niveles jerárquicos y estos a su vez muestran de 2 a 5 ramificaciones cada uno.	Se presentan 3 niveles jerárquicos y estos a su vez muestran de 2 a 5 ramificaciones cada uno.	El mapa conceptual presenta 2 niveles jerárquicos y cada uno de ellos contiene de 2 a 5 ramificaciones.	El mapa conceptual presenta una estructura completamente lineal o carece de una organización jerárquica.	
<b>CONEXIONES CRUZADAS</b>	El mapa conceptual presenta 2 o más enlaces cruzados los cuales son correctos.	El mapa conceptual presenta 1 enlace cruzado el cual es adecuado y correcto.	El mapa conceptual presenta 2 o más enlaces cruzados los cuales son incorrectos.	Presenta 1 conexión la cual es errónea respecto a la información principal del tema.	El mapa conceptual NO presenta conexiones cruzadas entre los conceptos.	
<b>EJEMPLOS</b>	Se muestran 4 o más ejemplos del tema de estudio a diferentes niveles jerárquicos dentro de todo el mapa.	Se presentan 3 ejemplos en todo el mapa, ya sea dentro de la misma jerarquía o a diferentes niveles jerárquicos.	Dentro del mapa conceptual se presentan 2 ejemplos en la misma jerarquía o a diferentes niveles jerárquicos.	En todo el mapa se presenta 1 solo ejemplo del tema tratado.	NO presenta ejemplos del tema abordado.	
<b>ORTOGRAFÍA</b>	El mapa conceptual entregado NO presenta ningún error ortográfico.	Presenta 1 o 2 errores ortográficos dentro de todo el mapa conceptual.	Presenta 3 o 4 errores ortográficos dentro de todo el mapa conceptual.	Presenta 5 errores ortográficos dentro de todo el mapa conceptual.	Presenta más de 5 errores ortográficos dentro de todo el mapa conceptual.	

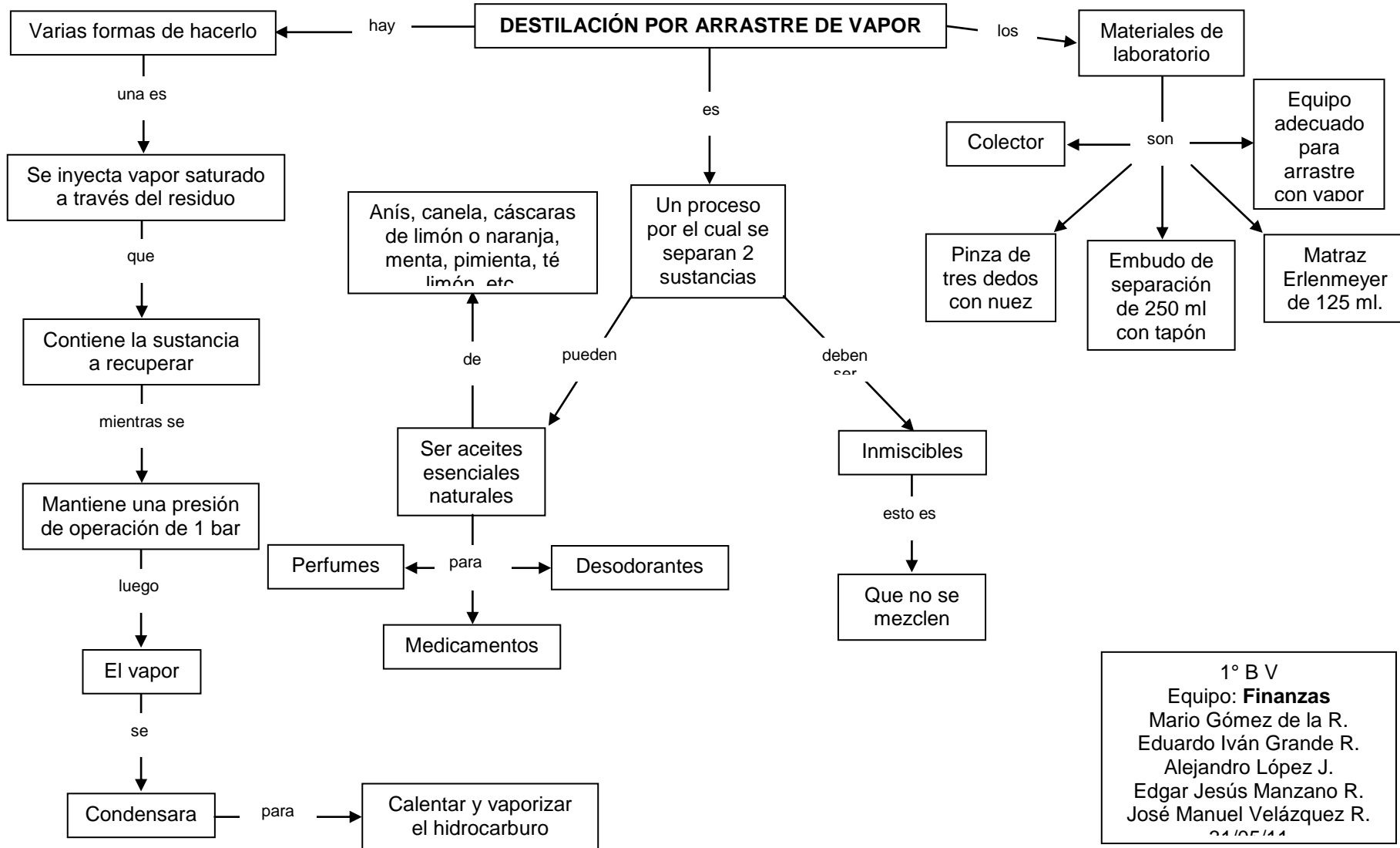
**Anexo V. Equipo: Administración (mapa conceptual).**



**Anexo VI. Equipo: Control de calidad (mapa conceptual).**

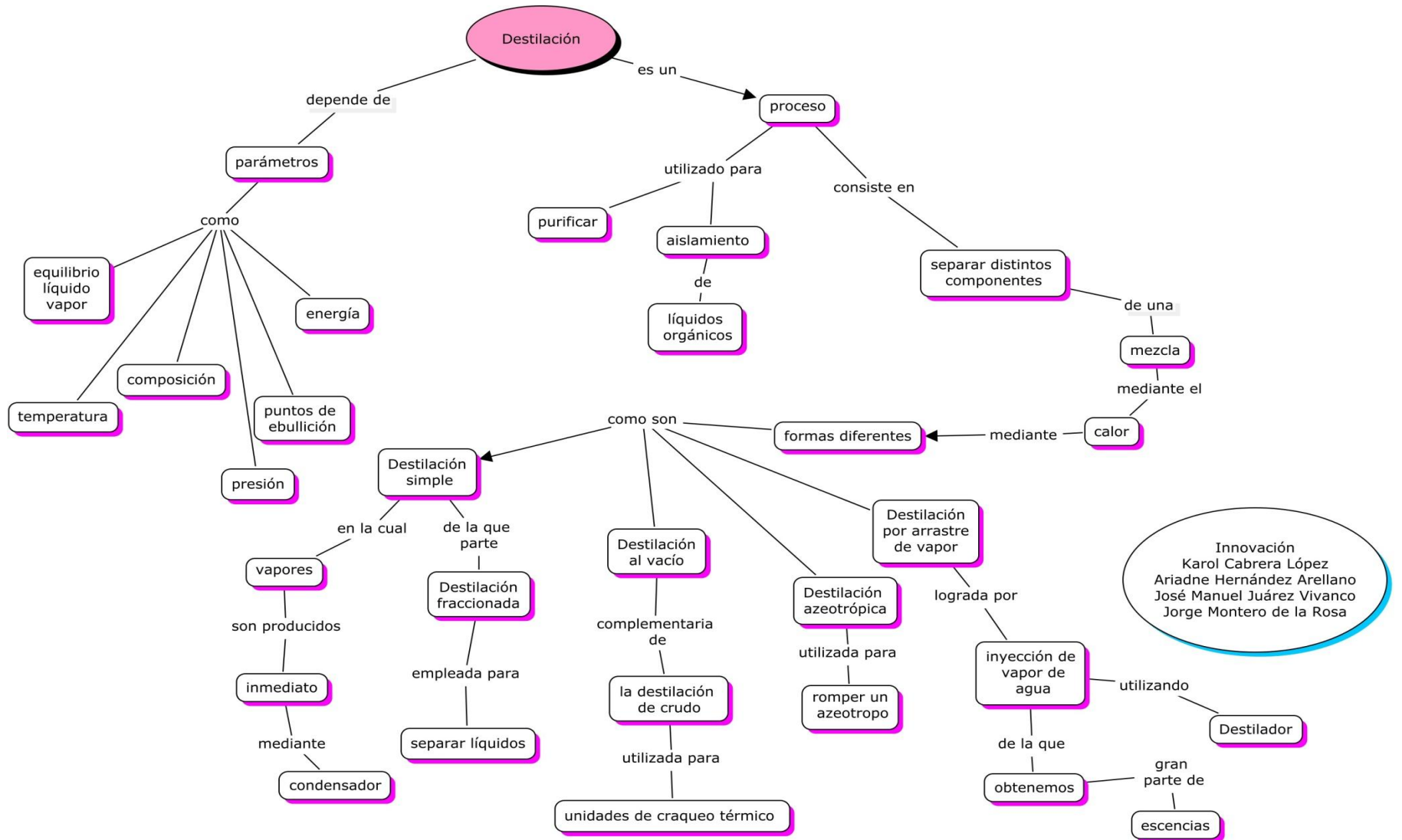


### Anexo VII. Equipo: Finanzas (mapa conceptual).

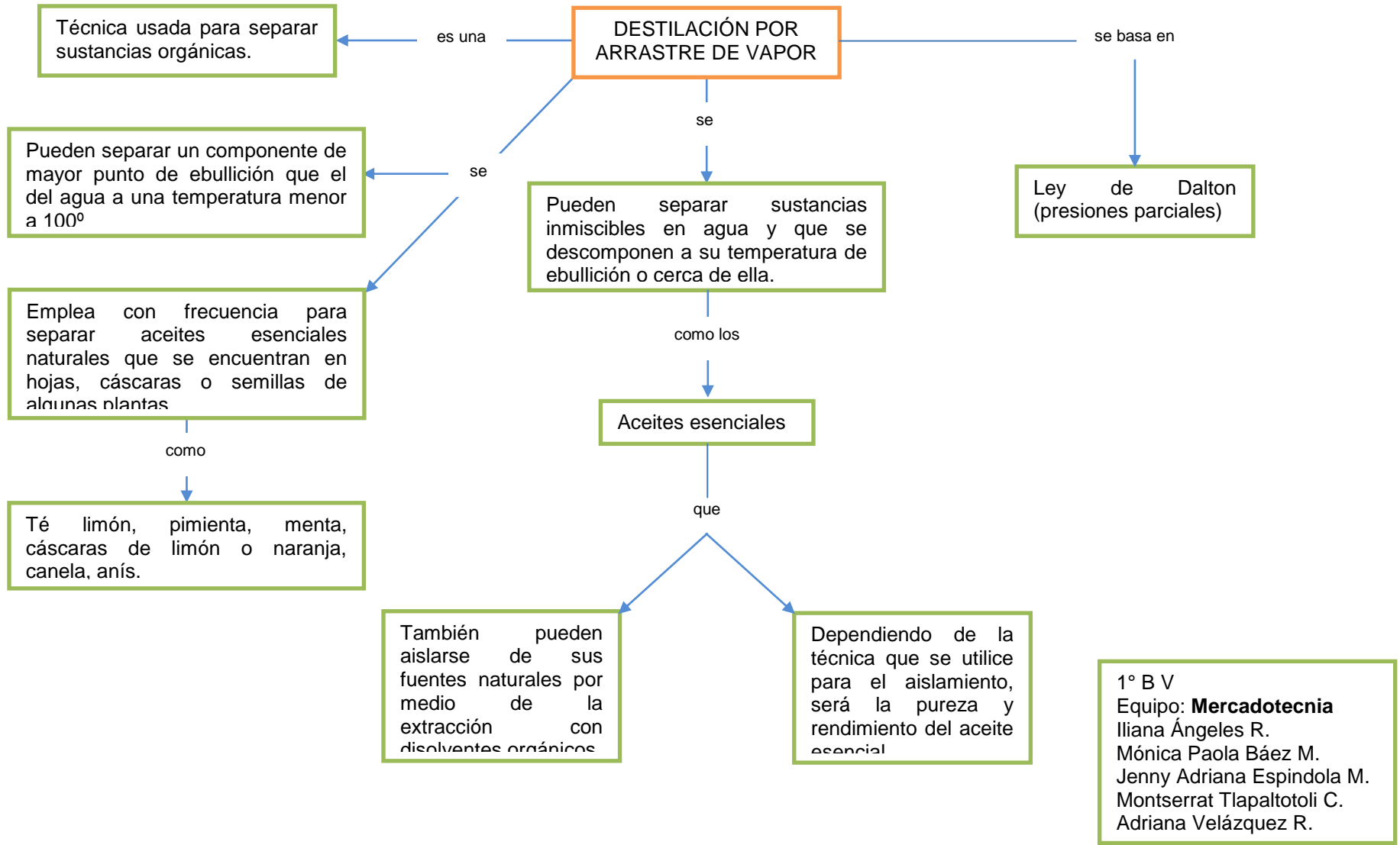


1° B V  
 Equipo: **Finanzas**  
 Mario Gómez de la R.  
 Eduardo Iván Grande R.  
 Alejandro López J.  
 Edgar Jesús Manzano R.  
 José Manuel Velázquez R.  
 24/05/11

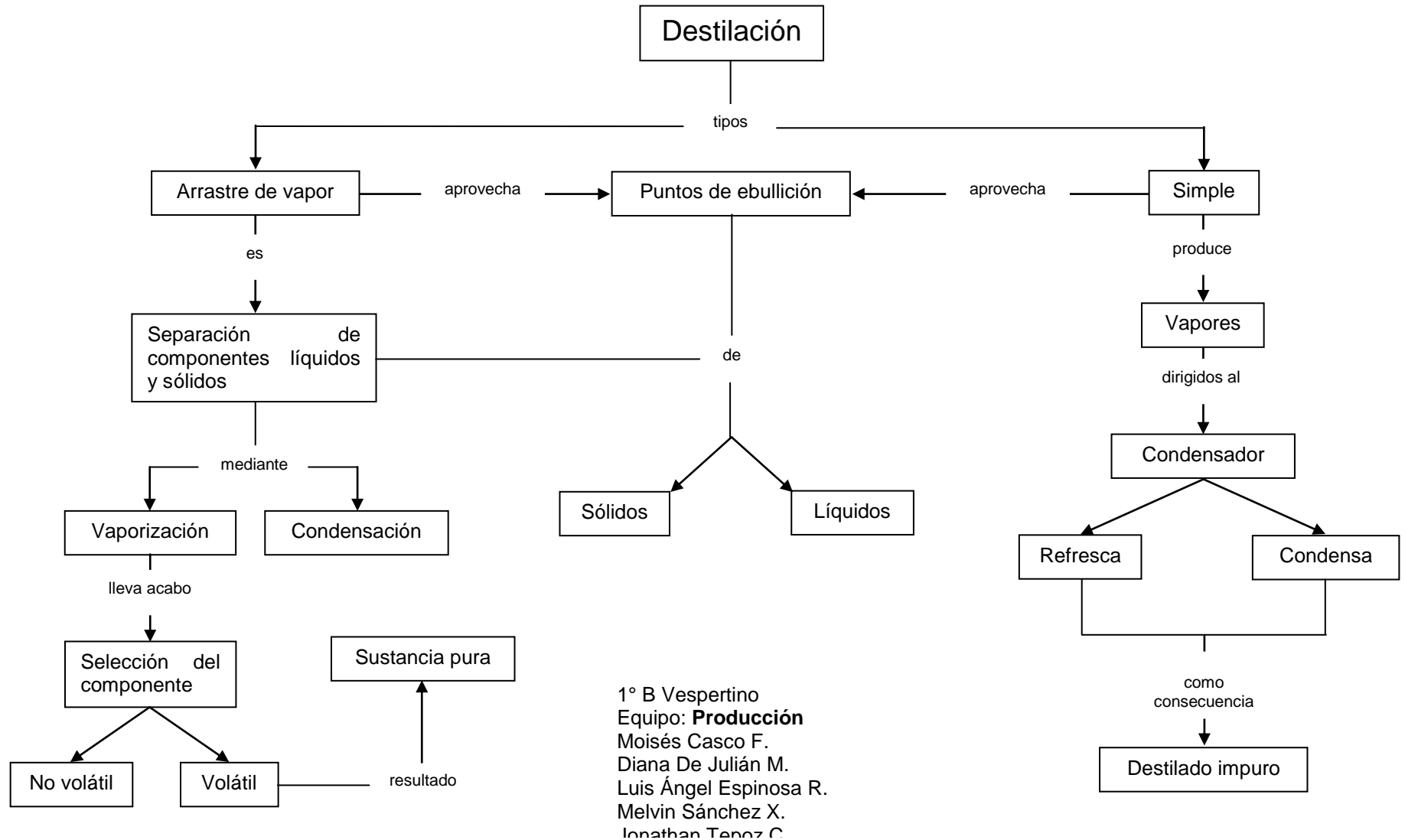
## Anexo VIII. Equipo: Innovación (mapa conceptual).



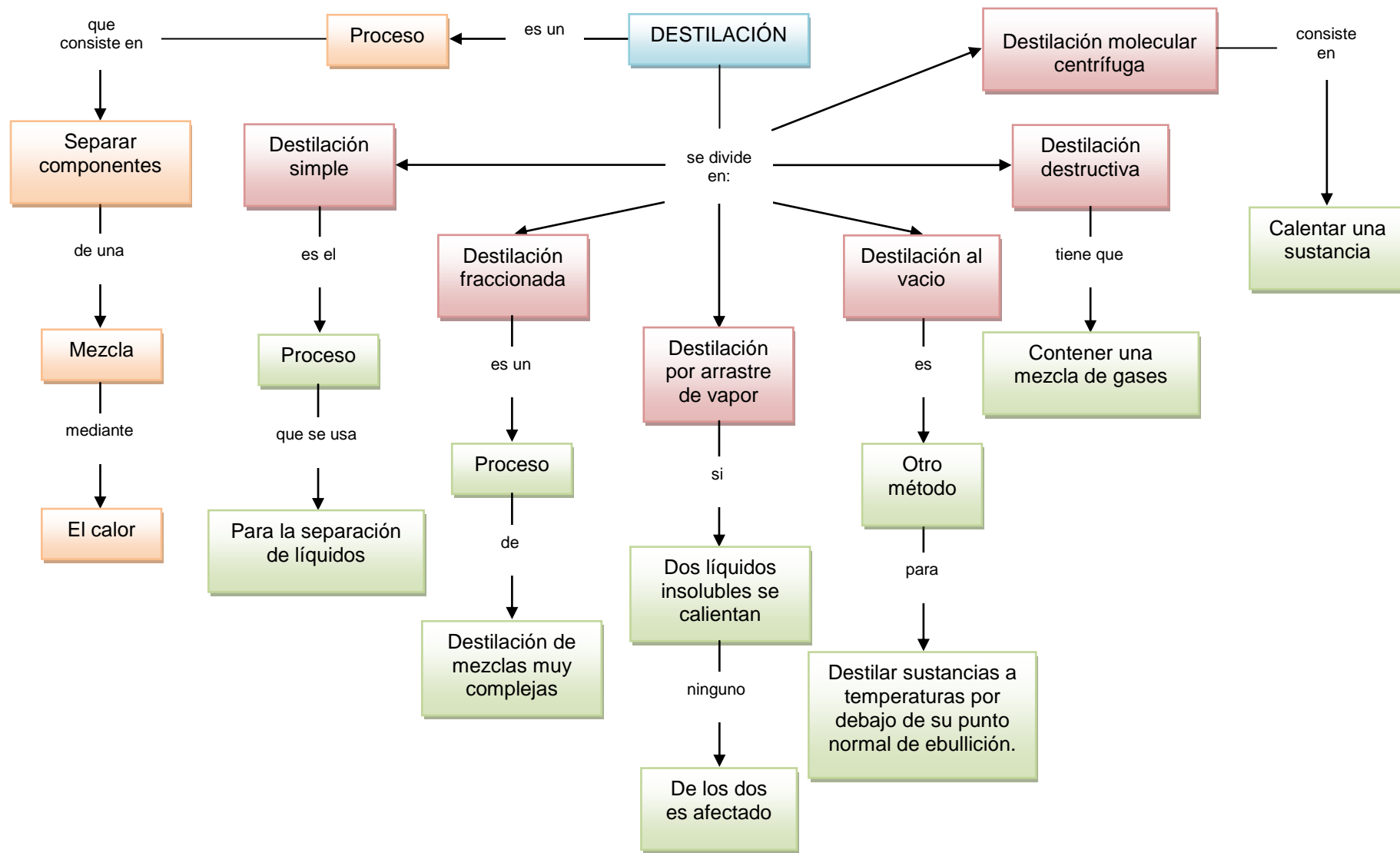
### Anexo IX. Equipo: Mercadotecnia (mapa conceptual).



## Anexo X. Equipo: Producción (mapa conceptual).



### Anexo XI. Equipo: Ventas (mapa conceptual).



## Anexo XII. Rúbrica para evaluar V de Gowin.

CRITERIOS	EXCELENTE (10)	MUY BIEN (8)	BIEN (6)	REGULAR (4)	SUFICIENTE (2)	INSUFICIENTE (0)
<b>PREGUNTA CENTRAL (ES)</b> (S)	Se presentan 2 preguntas centrales y éstas corresponden con la teoría, los conceptos, los acontecimientos y son respondidas por los juicios de conocimiento.	Se identifica la pregunta central y ésta es respondida por los juicios de conocimiento además de contener la teoría, los conceptos y los acontecimientos.	La pregunta central contiene la teoría, los conceptos y los acontecimientos; sin embargo, no es respondida por los juicios de conocimiento.	La pregunta central es respondida por los juicios de conocimiento; sin embargo, el reporte no contiene la teoría o los conceptos y/o los acontecimientos.	Se identifica la pregunta central; sin embargo, no contiene juicios de conocimiento con los cuales se pueda dar respuesta a la pregunta central.	Si el trabajo entregado NO presenta la pregunta central los demás criterios NO SERÁN EVALUADOS.
<b>FILOSOFÍA Y TEORÍA</b>	La filosofía y la teoría están bien fundamentadas y éstas además se vinculan con los conceptos, los acontecimientos y los juicios de conocimiento.	La teoría explica y predice las interacciones entre los conceptos los acontecimientos y los juicios de conocimiento; sin embargo, NO presenta filosofía.	Se identifica de manera clara la filosofía y ésta aporta datos acerca de la naturaleza del conocimiento, pero NO contiene teoría.	NO contiene filosofía y la teoría no explica ni predice las interacciones entre los conceptos, los acontecimientos y los juicios de conocimiento.	Se identifica la filosofía; sin embargo, no aporta datos acerca de la naturaleza del conocimiento y NO contiene teoría.	NO se identifican claramente la teoría y la filosofía que darán sustento al trabajo experimental.
<b>PRINCIPIO (S) Y CONCEPTOS</b>	Se presenta el principio que regirá la metodología de la investigación y éste tiene relación con los conceptos presentados (4 o más con definición).	Se muestra el principio y éste tiene estrecha relación con los conceptos presentados (3 conceptos con definición).	Se presenta el principio y éste tiene relación con los conceptos presentados (1 o 2 conceptos máximo con definición).	Surge un principio pero éste NO tiene relación con los conceptos presentados o estos NO cuentan con definición (de 1 a 4 conceptos máximo).	Se presenta el principio pero el reporte NO contiene conceptos o se presentan de 1 a 4 conceptos pero NO se presenta el principio.	NO se presenta el principio y mucho menos conceptos.
<b>OBJETOS Y ACONTECIMIENTOS</b>	Se describen de 6 a 10 objetos utilizados como máximo durante el proceso, los cuales permiten que ocurra el acontecimiento y a su vez éste último conlleva al registro de datos.	Se describen los acontecimientos ocurridos, además se mencionan y enlistan de 1 a 5 objetos utilizados durante el proceso.	Se enlistan los objetos utilizados; sin embargo, NO se mencionan dentro de los acontecimientos por lo que hay una desvinculación entre ambos.	Se describen los acontecimientos ocurridos; sin embargo, NO se enlistan o mencionan los objetos utilizados en el proceso.	Se enlistan de 1 a 10 objetos utilizados durante el proceso; sin embargo, NO se describen los acontecimientos.	NO se identifican objetos ni mucho menos acontecimientos.
<b>REGISTROS Y TRANSFORMACIONES</b>	Los registros consideran los acontecimientos mostrándose por medio de dibujos o fotografías y las transformaciones incluyen gráficas o tablas.	Se lleva a cabo la transformación a partir del registro de datos; sin embargo, son poco o nada comprensibles.	Se presenta una transformación de datos sin la presencia evidente de un registro.	Se identifica el registro de datos pero NO se lleva a cabo una transformación de éstos.	Se lleva a cabo el registro de datos pero sin considerar los acontecimientos.	NO se presentan registros ni mucho menos transformaciones.
<b>JUICIOS DE CONOCIMIENTO Y JUICIOS DE VALOR</b>	El juicio de conocimiento responde a la pregunta central y además se presenta el juicio de valor el cual resalta la importancia de la investigación realizada.	El juicio de valor menciona la importancia de la investigación y se presenta el juicio de conocimiento pero éste último NO da respuesta a la pregunta central	El juicio de conocimiento se desprende de los registros y las transformaciones y responde a la pregunta central pero NO presenta el juicio de valor.	Se presenta el juicio de valor argumentando la importancia de la investigación sin describir el juicio de conocimiento por lo que NO responde a la pregunta central.	Se presenta el juicio de conocimiento adquirido pero NO responde la pregunta central y NO presenta el juicio de valor.	El reporte NO presenta ningún juicio ni de conocimiento, ni de valor.

### Anexo XIII. Equipo: Administración (V de Gowin).

#### Parte conceptual

**Teoría:**

La destilación por arrastre con vapor es una técnica usada para separar sustancias orgánicas insolubles en agua y ligeramente volátiles, de otras no volátiles que se encuentran en la mezcla, como resinas o sales inorgánicas.

Cuando se tienen mezclas de líquidos que no son miscibles entre sí, se tiene un tipo de destilación que sigue la ley de Dalton sobre las presiones parciales.

Como resultado de este comportamiento, y cuando uno de los componentes es agua, al trabajar a presión atmosférica, se puede separar un componente de mayor punto de ebullición que el del agua a una temperatura menor a 100°.

**Principios:**

Con esta técnica se pueden separar sustancias inmiscibles en agua y que se descomponen a su temperatura de ebullición o cerca de ella, por lo que se emplea con frecuencia para separar aceites esenciales naturales que se encuentran en hojas, cáscaras o semillas de algunas plantas (té limón, menta, canela, cáscaras de naranja o limón, anís, pimienta, etc.,).

**Conceptos:**

**Destilación:** Separar por medio del calor, en alambiques u otros vasos, una sustancia volátil de otras más fijas, enfriando luego su vapor para reducirla nuevamente a líquido.

**Volatilidad:** Que se transforma espontáneamente en vapor.

#### Parte metodológica

¿Se puede destilar la almendra?



**Juicios de conocimiento:**

Se pudo hacer la destilación de almendra, pero no fue lo que se esperaba, para ser sinceros imaginábamos una esencia con olor agradable pero se obtuvo lo contrario a nuestro parecer creo que faltó algún proceso antes de destilarlo. Se opino que posiblemente se pudo haber hecho una maceración.



Material de laboratorio

Esencia



Material manual

Destilación por arrastre de vapor.	Duración.	Pureza	Esencia obtenida
Destilador de laboratorio	10:45 min.	Se obtiene en forma aceitosa	Vaso de precipitado a medias.
Destilador manual	8 min.	Falta proceso	Frasco de gerber chico

**Registro:**

Por medio de la destilación se obtuvo un líquido incoloro, pero con un olor extraño (esencia).

**Objetos y acontecimientos:**

La destilación por arrastre de vapor consiste en poner el material a utilizar en un recipiente, mientras se calienta agua en otro. El vapor circula a través del recipiente. En la parte del recipiente que es de vidrio, se recolecta el vapor y es enviado hacia el refrigerante con agua corriente. El vapor es condensado y la mezcla de agua y aceites se separa naturalmente por decantación.

## Anexo XIV. Equipo: Control de calidad (V de Gowin).

### CONCEPTUAL

### ¿Qué trae consigo la destilación de cereza?

### METODOLOGÍA

#### Teoría:

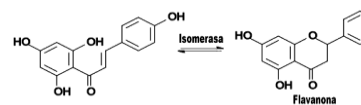
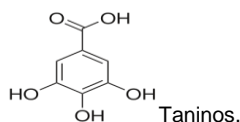
Destilaremos cereza.

Componentes de Cereza:

Ácidos: Cítrico, Málico y Cafeínico

Cianhídrico (Semillas)

Aceite esencial rico en amigdalina y emulsina.



Flavonoides

#### Principios:

1. Según las experiencias se ha llegado a las ideas de que el destilador utilizado por nosotros puede llegar a ser más rápido que un destilador de laboratorio, ya que calienta de manera más rápida el agua, pero de igual manera puede ser más peligroso por los materiales utilizados.

2. Ley de Dalton.

#### Conceptos:

**Destilación:** La destilación es la operación de separar, mediante vaporización y condensación, los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición (temperaturas de ebullición) de cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión.

**Cereza:** Los cerezos son varias especies de árboles, de la familia de Rosaceae y al género Prunus (parientes de los almendros, melocotones, ciruelos, y albaricoqueros), que se cultivan extensamente por su fruta: la cereza.

**Aceite esencial:** Los aceites esenciales son mezclas de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas.

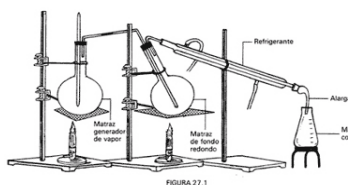
#### Objetos y acontecimientos:

#### Destilación por arrastre de vapor

En la destilación por arrastre de vapor de agua se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por éste y otros "no volátiles". Lo anterior se logra por medio de la inyección de vapor de agua directamente en el interior de la mezcla, denominándose este "vapor de arrastre", pero en realidad su función no es la de "arrastrar" el componente volátil, sino condensarse en el matraz formando otra fase inmisible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación. En este caso se tendrán la presencia de dos fases insolubles a lo largo de la destilación (orgánica y acuosa), por lo tanto, cada líquido se comportará como si el otro no estuviera presente. Es decir, cada uno de ellos ejercerá su propia presión de vapor y corresponderá a la de un líquido puro a una temperatura de referencia.

La condición más importante para que este tipo de destilación pueda ser aplicado es que tanto el componente volátil como la impureza sean insolubles en agua ya que el producto destilado volátil formará dos capas al condensarse, lo cual permitirá la separación del producto y del agua fácilmente.

#### Destilador de laboratorio.



#### Destilador 1° "Bv"



#### Juicios de conocimiento:

Podemos confirmar que:

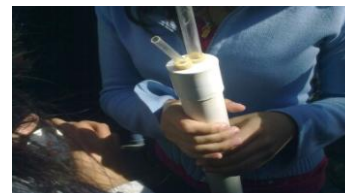
En nuestro destilador es más rápido al destilar ya que calienta de manera más rápida el agua.

También pudimos confirmar que la esencia de la cereza que en este caso fue lo que destilamos no tenía un olor tan fuerte como otras frutas o especias que se pueden destilar por sus componentes los del aceite esencial principalmente.

Características.	Destilador de laboratorio.	Destilador 1° "Bv"
Tiempo de armado.	30 min. Aprox.	10 min-15 min. Aprox.
Tiempo de destilación.	20 min. Aprox.	8-10 min. Aprox.
Seguridad.	80-100 %	80 %
Practicidad	Muy Frágil	Practico 100 %

#### Registros:

1. Se arma el destilador.
2. Ya armado el destilador en el primer bote se vierte agua y se cierra el bote sin que haya fugas.
3. En el segundo bote se agrega lo que vamos a destilar (cereza) con un poco de agua y se cierra el bote a modo de que no haya fugas.
4. Se conecta la resistencia (para calentar el agua) y se conecta la bomba (para que esté haciendo el flujo del agua)
5. Se espera aprox. De 8 a 10 min. Para que comience a salir el resultado.



## Anexo XV. Equipo: Finanzas (V de Gowin).

### DOMINIO CONCEPTUAL

### ¿Cómo logramos extraer la esencia de guayaba?

### DOMINIO PRÁCTICO

#### FILOSOFIA

Al momento de empezar con el proyecto se tenía una idea de qué era un destilador y que a través de este se extraen las esencias, pero no como se conforma un destilador y por los procesos por los que pasa la esencia para poder ser extraída.

#### TEORÍA

Para extraer una esencia es necesario que este pase por un proceso en el que se pueda extraer su aroma. Una opción es el destilador por arrastre de vapor, que como su nombre lo dice el vapor arrastra la esencia y, para que esta se vuelva líquida se condensa y así se pueda manipular la muestra.

#### PRINCIPIOS

En nuestra primera prueba del destilador se observó que al momento de conectar la resistencia en un tiempo muy corto (8-10min) empezaba la ebullición, se tapaba el recipiente de manera que no hubiese fugas y en un tiempo de 5 a 8min se obtenía la primera muestra.

#### CONCEPTOS

Con el equipo obtenido nuestras destilaciones se obtienen en un tiempo promedio de 15 min. Que a comparación con un equipo de laboratorio es mucho más rápido.

#### OBJETOS Y ACONTECIMIENTOS

La primera vez que destilamos, el tiempo que tardamos en poder obtener el aceite esencial fue de 15 minutos.



Se demostró que nuestro destilador es más eficiente que el que se utiliza en el laboratorio de la facultad, en el tiempo aunque también se vieron las desventajas de nuestro equipo como el no poder manipular la temperatura de nuestro destilador y algunas dificultades con el refrigerante.

Equipo: **Finanzas**

Mario Gómez de la R.

Eduardo Iván Grande R.

Alejandro López J.

Edgar Jesús Manzano R.

José Manuel Velázquez B.

#### JUICIOS DE VALOR

Se hizo la investigación de lo que es la esencia de guayaba, para qué se ocupa la esencia en el mercado, así como las propiedades favorables y desfavorables para el cuerpo humano.

#### JUICIOS DE CONOCIMIENTO

Adquirimos los conocimientos de la composición química que tiene la guayaba, también las formas necesarias o mejores para destilarla.

#### TRANSFORMACIONES

Efecto		Tiempo
1	Hervor	5 Minutos
2	Evaporación	3 Minutos
3	Mov. de vapor al 2º. bote	1 Minuto
4	Condensación	4 Minutos
Obtención de la esencia		15 Minutos

#### REGISTROS

La guayaba se tuvo que pelar y lo único que se metió en el equipo fue la cascara, tardó 6 minutos en preparar el equipo para destilar y 5 minutos para que saliera la primera gota del destilador, se registra que la esencia no tiene un fuerte aroma y se tiene que hacer una purificación.

# Teoría

## Anexo XVI. Equipo: Innovación (V de Gowin).

# Práctica

### ¿Cómo obtener la esencia de la hierbabuena?

#### Filosofía

“La destilación por arrastre de vapor es un proceso mediante el cual se obtiene la esencia de cualquier materia prima”

Si ponemos esto como base quiere decir que en primera estancia la hierbabuena se puede destilar.

Ahora bien, la hierbabuena es una planta por lo que, para optimizar la obtención de la esencia, debemos machacarla.

#### Teoría

El vapor de el agua se trasladara hacia donde está la materia prima y luego el mismo vapor recogerá la esencia de la hierbabuena que saldrá en forma aceitosa.

#### Principios

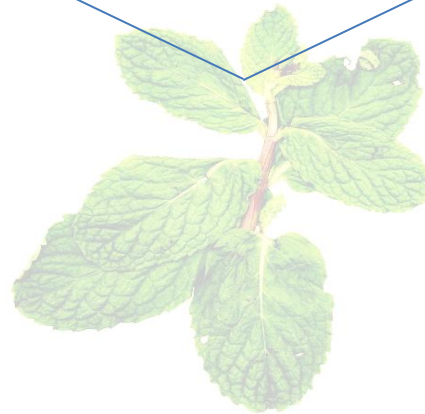
El vapor que se enfriara al pasar por el refrigerante tendrá que salir en forma espesa o líquida.

Suponiendo que la filosofía de machacar la hierbabuena sirva obtendremos una solución más concentrada.

#### Conceptos

**Destilación:** Separar por medio del calor, en alambiques u otros vasos, una sustancia volátil de otras más fijas, enfriando luego su vapor para reducirla nuevamente a líquido.

**Volátil:** Dicho de un líquido: Que se transforma espontáneamente en vapor.



#### Objetos y acontecimientos

Destilación por arrastre de vapor: es esencial ya que es el proceso mediante el cual podremos lograr la destilación.

La maceración y machacar la materia prima nos ayudara a optimizar la extracción de la esencia.

1° B V.

Equipo: **Innovación**

Karol Cabrera L.

Jorge De la Rosa M.

Ariadne Hernández A.

José Manuel Juárez V.

#### Juicios de valor

La hierbabuena despide un olor a menta cuando se machaca y luego cuando se destila es el mismo olor.

La esencia de la hierbabuena puede ser usada como un tratamiento de aromaterapia.

#### Juicios de conocimiento

La esencia de la hierbabuena se obtiene satisfactoriamente de la destilación por arrastre de vapor

#### Transformaciones

Efecto	Tiempo
Obtención de la esencia	5 minutos
Ebullición	1:30 min
Condensación	3:20 min.
Mov. del vapor al	10 seg.

#### Registros

La hierbabuena se enjuaga y se le quitan las hojas al ramo, así hasta tener una cantidad que cubra por lo menos 1/3 del bote, se le agrega agua hasta cubrirlas, al otro bote se le pone agua que cubra hasta llegar al borde del tubo de 90°, se conecta la resistencia del bote que tiene el agua, los botes se tapan hasta que el agua esté hirviendo, unos 5 minutos (por lo que nosotros realizamos es así) empieza a salir el vapor y la esencia la cual se guarda en un recipiente de cristal.

## Anexo XVII. Equipo: Mercadotecnia (V de Gowin).

### CONCEPTUAL

#### Filosofía:

La esencia de romero se puede obtener a través de la destilación por arrastre de vapor, que es una técnica que se usa para la extracción o separación de líquidos inmiscibles, en este caso se usara para la extracción del romero obteniendo su esencia.

#### Teoría:

Los vapores saturados por lo líquidos inmiscibles siguen la ley de Dalton sobre las presiones parciales, que dice que: cuando dos o más gases o vapores, que no reaccionan entre sí, se mezclan a temperatura constante, cada gas ejerce la misma presión que si estuviera solo y la suma de las presiones de cada uno, es igual a la presión tota del sistema.

#### Principios:

El romero es una planta de usos múltiples, recibe el nombre binominal de Rosmarinas officinalls, sus aceites esenciales más importantes son: pineno, canfeno, borneol, cineol, alcanfor, limoneno. La esencia de romero deberá de tener un olor muy fuerte, y estar en estado acuosa, puede volverse un poco aceitosa.

#### Conceptos:

**Aceitosa:** que la sustancia tiene cuerpo grasoso, o un aceite.

**Esencia:** gran concentración de sustancias aromáticas, que como característica puede ser fundamental en la composición de algunos

¿Cómo se extrae la esencia de romero?



#### Objetos y acontecimientos:

Para la destilación por arrastre de vapor y para obtener la esencia de romero se uso un destilador casero en el que se utilizo: 1 tubo de PVC, 2 metros de manguera de latex, 2 botes de aluminio, una resistencia, tubos de distintas medidas 1,2 y 3 mm de diámetro respectivamente, una bomba de agua o cabeza de poder para pecera.

Equipo: **Mercadotecnia**

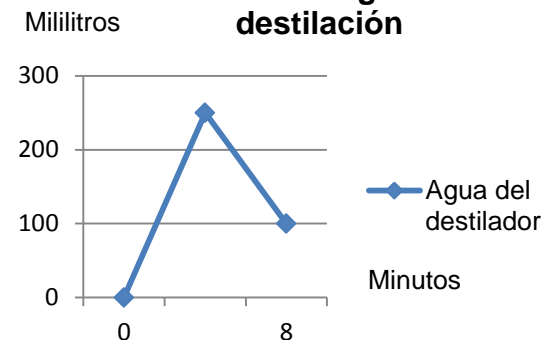
Iliana Ángeles R.  
Mónica Paola Báez M.  
Jenny Adriana Espindola M.  
Montserrat Tlapaltotoli C.  
Adriana Velázquez R.

### METODOLÓGICO

#### Juicios de conocimiento:

Durante la destilación se pudo comprobar la ley de Dalton sobre las presiones parciales, ejercidas en cada uno de los botes y el refrigerante, al ejercerse un cambio de fase con el vapor de agua, también la reacción que tuvo con el agua y el romero, y la condensación al enfriarse para obtener la esencia de romero.

#### Volumen del agua en la destilación



#### Registros:

Durante la destilación se tuvieron algunas complicaciones con el destilador como: fugas, falla en algunas conexiones, tubos rotos, sobre calentamiento en los botes de aluminio y la resistencia, pero lo solucionamos.





## Anexo XIX. Equipo: Ventas (V de Gowin).

### Dominio Conceptual

#### Filosofía:

El destilador sustrae aceites esenciales del material que se va a destilar por medio de vapor, lo cual corresponden a la mezcla de sustancias químicas que se caracterizan por ser volátiles y aromáticos

#### Teoría:

Permite la separación de sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles de otros productos no volátiles mezclados con ellos.

El arrastre en corriente de vapor hace posible la purificación de muchas sustancias de puntos de ebullición elevado mediante una destilación a baja temperatura.

Mediante la introducción de vapor directo en dicha carga, se produce la evaporación de los componentes volátiles a una temperatura menor que la correspondiente a sus puntos de ebullición.

Esta técnica es útil cuando la sustancia en cuestión a presión atmosférica hierve por encima de los 100°

**Conceptos:**  
**Destilación:** Es el proceso que se utiliza para separar sustancias de una mezcla a partir de la evaporación por calor y la posterior condensación por enfriamiento.

**Aroma:** Fragancia u olor, especialmente el de un medicamento, especia, comida o bebida

**Esencia:** Extracto líquido concentrado de una sustancia generalmente aromática.

### ¿Se puede destilar anís?



#### Objetos y acontecimientos

Cuando un fluido se somete a condiciones por encima de su presión y temperatura críticas, se encuentra en su estado SUPERCRÍTICO.

En este estado, la línea de separación de fases líquido-gas se interrumpe. Esto implica la formación de una sola fase en la que el fluido tiene propiedades intermedias entre las de un líquido y las de un gas: así pues, mientras se mantiene una gran difusividad (propia de los gases), se consigue una alta densidad (cercana a la de los líquidos).

Dada la relación directa entre la densidad de un fluido con su poder solvatante, tenemos que los fluidos supe críticos pueden variar enormemente su capacidad de solvatación mediante pequeñas variaciones en la presión y/o temperatura.

Éste sería la manera en cómo se obtendría la esencia de anís

### Dominio Metodológico

#### Juicios de valor:

Desde la antigüedad se a utilizado el anís como planta medicinal, como especia y como alimento, los egipcios en sus papiros dan fortaleza; tratada como principal planta medicinal.

El anís es rico en anetol, ayuda al aparato digestivo, en cuestión de funcionamiento y enfermedades, al respiratorio, al sistema nervioso y como fruta afrodisiaca.

#### Juicios de conocimiento:

Ahora sabemos que la destilación nos ayuda a la obtención de aceites esenciales importantes, tales como: carvacol, timol, fenoles, pineno, pineno, canfenol, etc. Unidos estos a la química orgánica.

#### Transformaciones:

1. Colocar el material a destilar en el segundo bote.
2. Llenar de agua el primer vote y posteriormente conectarlo
3. Encender la bomba de reflujo de agua.
4. Checar que no haya fugas aunque se hayan revisado anteriormente.

#### Registro:

La esencia del anís se obtuvo en 6 minutos. Acuosa y olorosa, no salió como se esperaba; un aceite.

**Anexo XX. Formato de coevaluación empleado.**

Fue creativo y aportó ideas al trabajo en equipo.				
Ayudó a investigar y recopilar los datos.				
Aportó en la escritura y/o dibujos para una buena presentación de los trabajos.				
Se organizó para que las cosas más importantes se hicieran a tiempo.				
Desarrolla una actitud crítica y propositiva ante una idea o propuesta.				
Porcentaje total de su contribución.				

COMENTARIOS FINALES:

---



---

Evaluó: \_\_\_\_\_

## Anexo XXI. Conclusión de la investigación (V de Gowin).

### “CONSTRUCCIÓN Y USO DE UN EQUIPO ECONÓMICO DE DESTILACIÓN MEDIANTE ARRASTRE DE VAPOR PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES PRÁCTICAS Y TRABAJO COLABORATIVO CON ESTUDIANTES DE NIVEL MEDIO SUPERIOR”

¿Los estudiantes son capaces de construir un equipo de destilación por arrastre con vapor de agua, empleando materiales de uso cotidiano? y ¿si una vez construido el equipo de destilación, podrán usarlo correctamente apropiándose de los conceptos disciplinares y procedimientos que implica la destilación?

#### CONCEPTUAL/TEÓRICO

##### FILOSOFÍA

Las actividades experimentales en las clases de química, poseen el potencial para lograr los objetivos académicos propuestos en la asignatura. Aunado a ello, si se logra conjugar con una estrategia de enseñanza donde los alumnos se integren en equipos de trabajo colaborativo con sus compañeros se espera que estos adquieran destrezas y habilidades, abordando los problemas de un proyecto para alcanzar un aprendizaje significativo a través de la destilación por arrastre de vapor.

##### TEORÍAS

Constructivismo social

Aprendizaje significativo

Aprendizaje colaborativo

##### PRINCIPIOS

El aprendizaje implica la creación y remodelación de un mapa cognitivo formal pero también el desarrollo y ajuste de sus teorías en la acción.

Cuando los estudiantes trabajan juntos, deben incrementar sus conocimientos o profundizar su comprensión del tema propuesto.

El aprendizaje se facilita gracias a la interacción y mediación con los otros, por lo tanto, es social y colaborativo.

##### CONCEPTOS

Constructivismo social, aprendizaje significativo, aprendizaje colaborativo, compuestos orgánicos, grupos funcionales, aceites esenciales, destilación por arrastre de vapor, mapas conceptuales, diagramas UVE.

#### METODOLÓGICO/PRÁCTICO

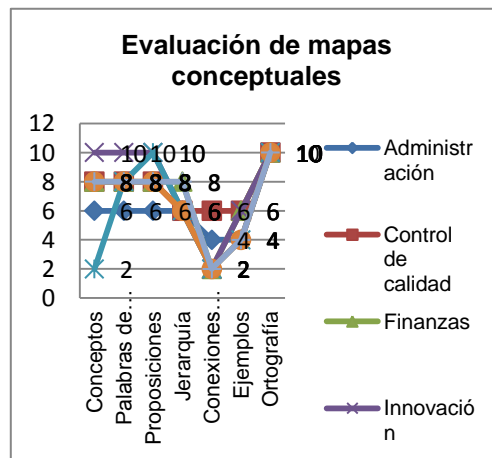
##### JUICIOS DE VALOR

La actualización, colaboración, retroalimentación y formación continua son de vital importancia para poder desarrollar una labor docente eficaz. Vincular teoría-práctica es una necesidad del quehacer docente en la asignatura de química para promover aprendizajes.

##### JUICIOS DE CONOCIMIENTO

Se logró realizar prácticas de destilación por arrastre de vapor con alumnos de Nivel Medio Superior; sin embargo, es necesario preguntarse *¿Será que los docentes que imparte la asignatura de química en este nivel realizan este tipo de prácticas?*

##### TRANSFORMACIONES



##### REGISTROS

Datos de la evaluación de los mapas conceptuales y de las V de Gowin de los alumnos integrados en equipos de trabajo colaborativo.

#### OBJETOS Y/O ACONTECIMIENTOS

**OBJETOS:** Cuestionarios, película, botes de acero inoxidable, tubos de vidrio de diferentes diámetros y tamaños, resistencias, tubos de PVC, bomba para peceras, material de laboratorio para destilación.

**ACONTECIMIENTOS:** Aplicación de cuestionario de conocimientos previos, proyección de la película “El perfume: historia de un asesino”, instrucciones sobre el trabajo en equipos, construcción de los equipos de destilación, investigación sobre los grupos funcionales orgánicos, elaboración de mapas conceptuales, elaboración de diagramas UVE, entrevistas con docentes del Nivel Medio Superior (NMS).