



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**DESARROLLO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE EL
TEMA ALCOHOLES ORIENTADA DESDE LA QUÍMICA
ORGÁNICA, LA QUÍMICA INDUSTRIAL Y LA BIOQUÍMICA**

Walter Iván Millán Puentes

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá, Colombia
2012

DESARROLLO DE UNA UNIDAD DIDÁCTICA SOBRE EL TEMA ALCOHOLES ORIENTADA DESDE LA QUÍMICA ORGÁNICA, LA QUÍMICA INDUSTRIAL Y LA BIOQUÍMICA

Walter Iván Millán Puentes

Propuesta de Trabajo de grado presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magíster en La Enseñanza de las Ciencias

Directora:

Química, M. Sc-Dr. Sc., Liliam Alexandra Palomeque Forero

Línea de Investigación:

Motivación en la Enseñanza de la Química (MEQ)

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá, Colombia
2012

Dedicatoria

A mi esposa y a mi madre por su
incesante apoyo y motivación.

Resumen

El presente trabajo muestra la propuesta de una unidad didáctica centrada en el estudio de los alcoholes desde enfoques de la química orgánica, de la bioquímica y de las aplicaciones industriales. Desde los conceptos de la química orgánica, se hace énfasis en lo referente al alcohol como grupo funcional, sus propiedades físicas, características y algunas de sus reacciones; desde la bioquímica, se aborda el impacto ocasionado por el consumo del alcohol en el metabolismo del cuerpo humano, con el fin de generar conciencia y tratar de evitar que los jóvenes lo consuman; desde lo industrial, se propone la visita a una industria licorera, lo que permite la discusión y el análisis de la temática desde un contexto real.

En la unidad se utilizó una metodología basada en resolución de problemas que se aplicará paulatinamente en el aula. Se plantean estrategias que motiven al grupo de estudiantes hacia el aprendizaje para lograr un verdadero afianzamiento conceptual, velando siempre por el trabajo colaborativo grupal, la contextualización de los saberes y el desarrollo de habilidades de pensamiento.

La unidad se diseñó para estudiantes de grado undécimo del Gimnasio la Fragua de la ciudad de Neiva (Huila), quienes presentan elevados niveles de consumo de alcohol de acuerdo a mediciones realizadas el año anterior, por lo que el autor pretende, como ya se mencionó, emplear la clase de ciencias para crear conciencia y mejorar hábitos de autocuidado.

Palabras claves: Alcoholes, metabolismo del alcohol, resolución de problemas, trabajo colaborativo, unidad didáctica.

Abstract

The following work is the proposal of a didactic unit focused on the study of different types of alcohol. It was based on concepts taken from organic chemistry, biochemistry and industrial applications. Organic chemistry emphasis on alcohols is made considering the behavior as functional group, its physical properties, its features and some of its reactions. From the field of biochemistry, it tackles the impact caused by the ingestion of alcohol in the metabolism of the human body, in order to make young people more conscious on this matter and prevent them from the proclivity to drink alcoholic beverages. From the industrial standpoint, it proposes a visit to a liquor company to have some time for analysis and discussion of this topic, in a contextualized way.

A “solving-problem methodology” was used in this unit which is going to be applied in the classroom systematically. Furthermore, some other strategies are indicated to motivate students towards a meaningful learning process to achieve a real acquisition of concepts. The strategy includes cooperative work, learning from the context and activities to knowledge-development and skills of thought.

This didactic unit was designed for eleventh (11th) grade students at Gimnasio La Fragua, located in the city of Neiva (Huila). They exhibit a high level of alcoholic ingestion (measures taken last year). For this reason, the author of this work intends, as was mentioned before, to use the content area science class to make students more conscious about the problems of drinking alcoholic beverages and to improve habits of self care.

Key words: alcohol, metabolism of alcohol, problem solving, cooperative learning, didactic unit.

Contenido

Resumen.....	IV
Abstract	V
Contenido.....	VI
Lista de figuras	VIII
Lista de tablas.....	IX
Introducción.....	2
General.....	2
Descripción de la población	3
Planteamiento del problema	3
Lineamientos del MEN	3
Hipótesis.....	5
Objetivos	6
General.....	6
Específicos.....	6
1 Revisión de conceptos.....	7
1.1 Introducción y antecedentes históricos del tema “alcoholes”	8
1.2 Estructura y clasificación de los alcoholes	10
1.3 Nomenclatura IUPAC de los alcoholes.....	11
1.3.1 Nomenclatura de alcoholes en compuestos cíclicos	12
1.3.2 Nomenclatura de alcoholes con presencia de dobles o triples enlaces	12
1.3.3 Nomenclatura de dioles	13
1.4 Propiedades físicas de los alcoholes	13
1.5 Acidez de los alcoholes	15
1.6 Síntesis de alcoholes	16

1.6.1	Sustitución nucleofílica en un haluro de alquilo	16
1.6.2	Hidratación catalizada por ácidos	17
1.7	Reacciones de los alcoholes	18
1.7.1	Oxidación.....	18
1.7.2	Oxidación biológica de los alcoholes.....	20
1.7.3	Reducción de los alcoholes	21
1.7.4	Reacciones con haluros de hidrógeno	21
1.7.5	Reacciones de deshidratación de alcoholes	22
1.7.6	Esterificación de los alcoholes	23
2	Distribución y metabolismo del etanol	24
2.1	Absorción del alcohol.....	24
2.2	Distribución del alcohol.....	25
2.3	Excreción del alcohol.....	25
2.4	Metabolismo del alcohol.....	26
2.5	Aspectos comportamentales y legales referentes al consumo del alcohol.....	27
3	Enseñanza de las ciencias.....	30
3.1	Procesos cognitivos en la resolución de problemas.	31
3.2	Medidas a adoptar en la enseñanza de las ciencias basada en la resolución de problemas.	33
4	Unidad didáctica.....	35
4.1	Objetivos	35
4.2	Contenido.....	36
4.3	Actividades a realizarse.....	37
4.4	Metodología.....	38
	Bibliografía	42
A.	Anexo: Guía de observación del video “alcoholes”	44
B.	Anexo: Taller de nomenclatura y reacciones químicas.....	46
C.	Anexo: Guía de visita a la Licorera del Huila	49
D.	Anexo: Formato de heteroevaluación	51

Lista de figuras

Figura 1-1: Resumen de la revisión de conceptos	7
Figura 1-2: Clasificación de los alcoholes respecto a su tipo de carbono.....	10
Figura 1-3: Algunas fuerzas intermoleculares presentes en los alcoholes. Tomadas de Brown <i>et al.</i> (2009).	13
Figura 1-4: propiedades físicas de algunos alcoholes.	15
Figura 1-5: Productos de la oxidación de los alcoholes	19
Figura 4-1: Contenido de la unidad didáctica	36
Figura 4-2: Resumen de la metodología.....	41

Lista de tablas

Tabla 1-1: Propiedades físicas de algunos alcoholes. Tomada de Wade (2004).....	14
Tabla 1-2: Constantes de disociación ácida de los alcoholes representativos. Tomada de Wade (2004).....	16
Tabla 3-1: Formas de expresar la concentración en sangre y sus equivalencias (BAC) .	28

Introducción

General

Los alcoholes son un conjunto de compuestos orgánicos que se caracterizan por la presencia de grupos hidroxilo (OH^-) ligados a uno o varios átomos de carbono, y cuya estructura general se puede representar como $R-OH$. Las características que presentan estos compuestos hidroxilados, han permitido obtener múltiples beneficios para la humanidad; algunos de ellos, en la fabricación de productos para el consumo y el aseo: enjuagues bucales, jarabes, antisépticos, bebidas alcohólicas, fármacos, entre otros.

Desde el descubrimiento fortuito de los alcoholes, estos han brindado múltiples beneficios a las personas; el primero de ellos fue, compensar la falta de agua potable para el consumo humano. Esta circunstancia persistió por cientos de años y no fue sino hasta el siglo XIX, cuando Louis Pasteur, descubrió los microorganismos y con ellos, métodos más eficaces para la purificación del agua, que el alcohol perdió su ancestral dominio. Además, Pasteur demostró que las levaduras, son piezas claves en la fermentación alcohólica. Pero la necesidad de la humanidad por este líquido volátil, denominado alcohol, conllevó al desarrollo de técnicas cada vez más eficaces en la destilación del etanol; técnicas que permitieron a cada momento de la historia ir perfeccionando la manera como se obtenían los distintos tipos de bebidas alcohólicas.

Con el advenimiento de nuestros días, los productos obtenidos de los derivados alcohólicos han aumentado a un paso desenfrenado, permaneciendo en constante evolución. La única molécula que funcionalmente ha permanecido inmutable en lo referente a la producción de bebidas embriagantes, es el etanol. Y es que, la variedad y el grado de consumo que están alcanzando estas bebidas en la población civil, han conllevado a que sea considerada como una droga social. Los problemas de alcoholismo asociado a edades cada vez más tempranas, están generando una preocupación generalizada en todas las sociedades del mundo.

Es así, que desde la escuela, se están buscando alternativas prácticas que le permitan a un grupo de estudiantes comprender la importancia del consumo moderado de estas sustancias, que por sus características, se sitúan dentro del rango de inhibitorias del sistema nervioso central. En este sentido, la elaboración de una unidad didáctica centrada en este tema y planificada desde la resolución de problemas, debe ayudar a los estudiantes por medio de un conjunto de actividades puntuales y pensadas, a mejorar su percepción del consumo del etanol.

Uno de los objetivos buscados es la comprensión del mecanismo de acción del alcohol etílico en nuestro organismo así como los problemas sociales, afectivos, emocionales y físicos que causa el consumo reiterado de estas sustancias.

Descripción de la población

El presente proyecto se realizará en el Colegio ASPAEN Gimnasio La Fragua, que es una Institución Educativa de carácter privado, ubicada al sur del municipio de Neiva, departamento del Huila. Cuenta actualmente con 440 estudiantes distribuidos entre los grados transición a undécimo; además, posee educación diferenciada (orientada a estudiantes de género masculino). Los estudiantes a los que se dirige la unidad didáctica son 41 estudiantes de grado undécimo, distribuidos en dos grupos: uno con 20 estudiantes y el otro con 21; con edades que oscilan entre los 14 y los 17 años; estos estudiantes, según encuestas previas, muestran una tendencia elevada de consumo de alcohol y cigarrillo, en un 91% y 56%, respectivamente.

Planteamiento del problema

La falta de motivación y el poco interés que muestran los estudiantes por el aprendizaje de la química, genera procesos de aprendizaje deficientes y bajos niveles de atención y retención. Para abordar el tema escogido se iniciará con la explicación de los aspectos básicos de los alcoholes, desde el punto de vista de la química orgánica, mostrando luego la aplicación y relevancia desde el punto de vista de la química industrial y finalizando con aspectos relacionados con su metabolismo (bioquímica). Teniendo en cuenta la anterior descripción de la población, se prioriza el tema del etanol para lograr, desde el aspecto científico de la asignatura, vincular procesos formativos que contribuyan al desarrollo social y personal de los estudiantes; la idea es aprovechar el tema para realizar algunas actividades de concientización sobre las consecuencias sobre la salud y el equilibrio personal del consumo abusivo de los alcoholes.

Lineamientos del MEN

Dentro de las expectativas proyectadas por el Ministerio de Educación Nacional de la República de Colombia en su documento sobre Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales del año 2004, se esbozan algunos criterios claros sobre lo que los estudiantes deben conocer y saber hacer en el ámbito de la Química Orgánica. A continuación se muestran los lineamientos:

- Relaciono la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.
- Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.
- Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.

- Reconozco los efectos nocivos del exceso en el consumo de cafeína, tabaco, drogas y licores.

Se percibe la existencia en el tema “alcoholes” de un componente transversal en la enseñanza de la química orgánica, no sólo orientado desde un enfoque teórico, si no que además permite contextualizar situaciones corpóreas y sociales de los educandos. Siguiendo esta línea, se resalta la importancia del enfoque que se presenta en este diseño metodológico, más cuando se pretende crear cultura social a partir del conocimiento disciplinar de la química de los alcoholes.

Hipótesis

La utilización de una unidad didáctica, con el tema alcoholes, basada en la resolución de problemas, y enfocada en la articulación de la química orgánica, industrial y la bioquímica, tendrá un mejor impacto en la apropiación del conocimiento y en la concientización sobre la importancia del cuidado personal.

Objetivos

General

Diseñar una unidad didáctica sobre el tema alcoholes, articulando la química orgánica, la bioquímica y la química industrial.

Específicos

Hacer una revisión histórico-epistemológica de la evolución de los conceptos y aplicaciones relacionados con los alcoholes, desde el punto de vista conceptual, bioquímico e industrial.

Indagar y profundizar en la utilización de la metodología de enseñanza de las ciencias basada en el uso de problemas.

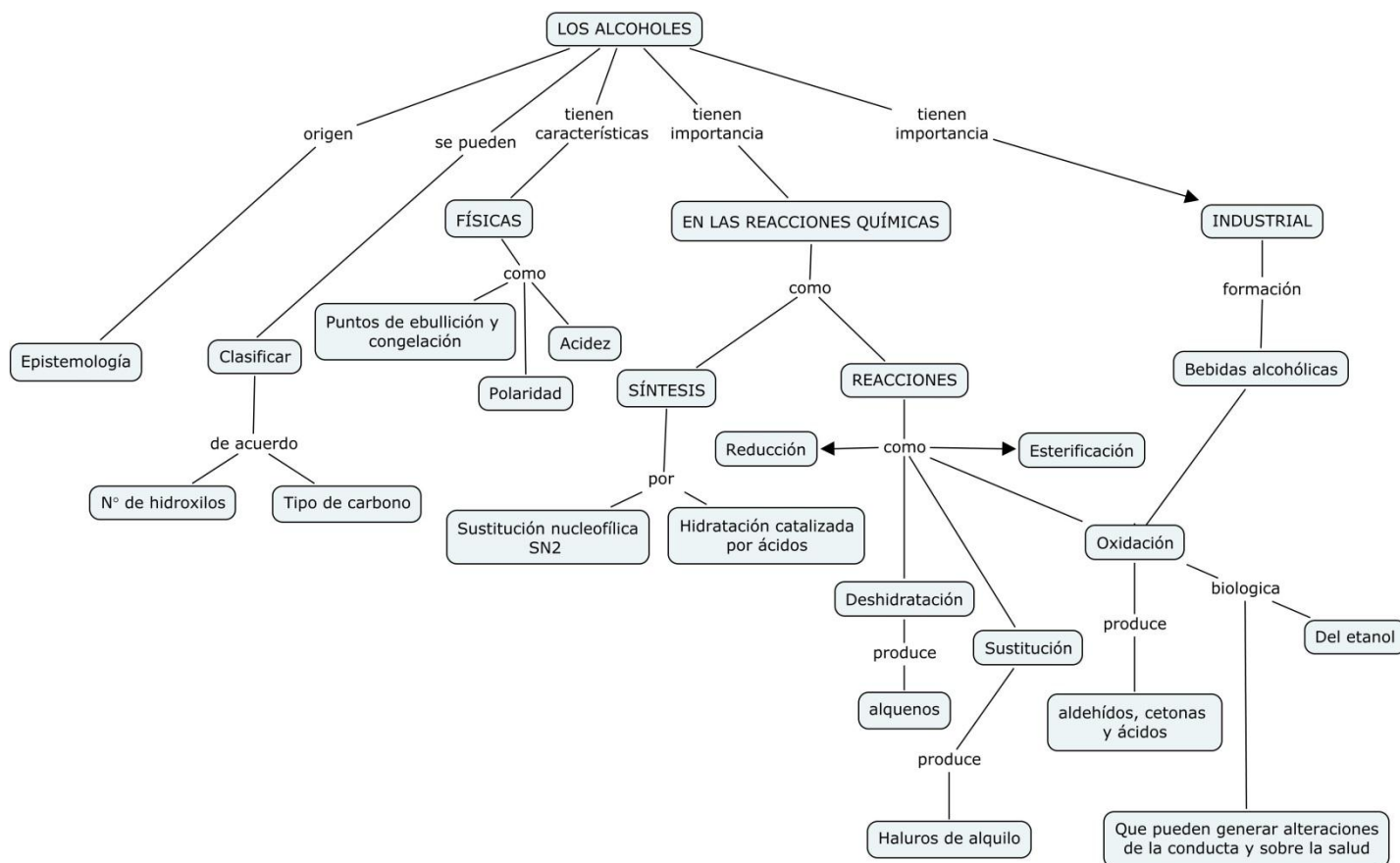
1 Revisión de conceptos

A continuación se presentarán las revisiones que el autor del presente trabajo consideró necesario revisar para actualizar su formación y tener claridad, a alto nivel, sobre el tema que trabaja en la unidad didáctica que diseñó.

La información suministrada a continuación fue tomada de: Asimov (s.f.); Blanco *et al.* (s.f.); Blas (1947); Brown *et al.* (2009); Lehninger *et al.* (2005); McMurry (2000); McMurry *et al.* (2010); Miguéz (1998); Vallee (1998); Wade (2004).

El la **Figura 1-1** se muestra un esquema con el resumen de la revisión de conceptos adoptada para el presente trabajo.

Figura 1-1: Resumen de la revisión de conceptos



1.1 Introducción y antecedentes históricos del tema “alcoholes”

El descubrimiento exacto de lo que hoy se conoce como “alcohol” es relativamente incierto, hay quienes lo atribuyen a un acontecimiento accidental, probablemente originado en la edad de piedra tardía (hace aproximadamente unos 10.000 años) cuando alguno de nuestros antepasados probó el contenido de un tarro con miel que había sido olvidado durante un periodo de tiempo prolongado, con lo cual, el catador quedó expuesto a los efectos de una bebida que por la exposición natural al ambiente fue fermentada. Las sensaciones percibidas por éste individuo, conllevarían a que nuevamente se repitiera la experiencia (Vallee, 1998).

Con el establecimiento de la agricultura se dió paso a la fermentación de granos, proceso que pudo originarse cerca de las fértiles deltas de Egipto y Mesopotamia. Numerosas experimentaciones naturales debieron permitir el perfeccionamiento de la fabricación de bebidas alcohólicas, al punto que en 6.000 A.C. los Armenios ya cultivaban la vid para la elaboración de vino (Vallee, 1998).

Pese al aparente adelanto en la fabricación de éste tipo particular de bebidas, aún no se tenían mecanismos idóneos para cubrir con la demanda de agua para consumo humano, con lo cual, los problemas de enfermedades asociadas a la ingestión de la misma fueron muy recurrentes: la disentería, el cólera y el tifus, por ejemplo; e incluso, la contaminación de las fuentes hídricas por acción de los desechos humanos; impulsaron el consumo de alcohol, convirtiéndolo en el único medio seguro de hidratación. Era más sano beber vino que agua; un ejemplo claro lo vislumbramos en los viajes de Cristóbal Colón, para los cuales se almacenó cerveza en lugar de agua dentro de las provisiones (Vallee, 1998). Hechos como el precedente, llevaron a los medievales a denominar el alcohol como el *aqua vitae* “agua de vida”.

Debido a las propiedades físicas que se le atribuyeron al alcohol como antiséptico e hidratante, éste comenzó a ganar más y más adeptos, razón por la que las personas de todas las edades comenzaron a consumir el alcohol con una mayor frecuencia. Con el mejoramiento de la destilación del alcohol, se logró posesionar las bebidas alcohólicas como la mejor opción para satisfacer el requerimiento diario de líquidos. Una forma de fabricar la cerveza se esboza en algunas tablas de arcilla babilónicas con más de 6.000 años de antigüedad. En ellas se aprecia como se fabricaba el *akratidzomai*, “el desayuno”, un tipo de cerveza sin diluir que consumían constantemente; o el *siraku* sumerio, un poco más reciente, sobre los 4.000 años, época por la cual se sitúa una tablilla farmacopea en la cual se muestran los beneficios medicinales que ostentaba el alcohol. Estas expresiones son muestra de la importancia de ésta bebida para las civilizaciones antiguas.

Como consecuencia de los deficientes procesos de destilación alcohólica antiguos, las bebidas con que se contaba en ese entonces, turbarían el olfato de un enólogo moderno, pues, además del precioso etanol, se encontraba gran cantidad de ácido acético y otros ácidos orgánicos, con lo cual, la degustación del vino tradicional correspondería con un trago de vinagre o sidra actual.

No fue sino hasta los años 700 de la era cristiana cuando se comenzó a desarrollar un proceso de destilación más eficaz. El inicio se atribuye a los alquimistas árabes, quienes denominaron al producto de la destilación como *al kuhl* que traducía –polvo finamente dividido-. Debido a la adopción de muchos términos árabes por parte de los europeos, con los correspondientes problemas de pronunciación, la denominación de *al-kuhl* fue erróneamente traducida a <al-cohol>. Como consecuencia de la naturaleza volátil del alcohol también recibió el apelativo de <espíritu>; a los alquimistas árabes les llamaba la atención la forma como algunas sustancias liberaban “espíritus”, incluso a temperatura ambiente, entre ellas el vino, razón por la cual también se le conoció como <los espíritus del vino> nombre introducido por Paracelso debido a los vapores producidos por éste. Según Asimov (s.f.) se tiene: “cuando un líquido se evapora, parece pulverizarse hasta desvanecerse, así que los espíritus también fueron llamados «alcohol» y los alquimistas hablaban del «alcohol del vino» y ya en el siglo XVII la palabra «alcohol» se utilizaba únicamente para referirse a los vapores emitidos por el vino”.

Con el perfeccionamiento de las técnicas de destilación, se logró sobrepasar el nivel máximo de fermentación del 16% a valores un tanto superiores. El método árabe de destilación se difundió por Europa, comenzando en Salerno donde ya se elaboraban dos tipos distintos de bebidas: el *aqua ardens* (aguardiente) con una graduación alcohólica de 60° y el *aqua vitae* (agua de vida) con 90° (Blanco, *et al.*, s.f.) sobre los 1100 D.C.. Desde allí se distribuyeron de Asia Menor hacia Occidente los métodos químicos y médicos de utilización del alcohol destilado. Posteriormente *Hieronymus Brunshwig* médico alsaciano describió el proceso en el *Liber de arte distillandit*, primera obra impresa sobre la destilación en el año de 1.500 (Vallee, 1998), aunque existe evidencia de que Ramón Liull (1233-1315) puede haber sido la primera persona en elaborar un texto expositor de ésta técnica (*De aqua-vitae simplici et composito*) pero que pudo haberse perdido por la censura inquisitorial promulgada por el Papa Gregorio XI (Blanco *et al.*). Posterior a: “al *Liber de arte distillandit*”, Berthelot encontró en un manuscrito del siglo XII indicios del origen del alcohol en la obra intitulada “*la Clave de la Pintura*” (Miguéz, 1998) en la cuál se explica la forma de fabricar el alcohol. Según el texto, se debe “mezclar vino fuerte y puro con un tercio de su peso de sal y calentarlo en un recipiente apropiado, se obtiene aún un agua inflamable que arde sin consumir el material donde se echa” (Blas, 1947). Aunque son muy imprecisos, existen datos que sitúan a importantes personajes explicando la forma como se fue destilando el alcohol: Abulcasis (el Zahravi) natural de Córdoba, fue el autor del *Metodus medeud*, en el que se describe la forma como se debe destilar el alcohol a partir del vinagre, lo anterior fue cerca al año 1000 de nuestra época (Blas, 1947).

El dominio de los destilados duró hasta el siglo XVIII, cuando se comenzaron a popularizar las infusiones con agua destilada de café, té y cacao.

Por el año de 1836, Juan Bautista Andrés Dumas agrupó bajo el nombre de alcoholes a un grupo de sustancias obtenidas a partir del *espíritu de la madera y el vino*, estas sustancias poseen propiedades similares al alcohol ordinario. Años más tarde, en 1860 Berthelot estableció las ocho funciones orgánicas entre las que se encontraba el alcohol en segunda posición y como grupo distintivo se categorizó el oxhidrilo (Blas, 1947).

En el siglo XIX se da el descubrimiento de los microorganismos por parte de

“Louis Pasteur, que fue el fundador de la moderna tecnología del vino al explicar la fermentación. Durante miles de años este proceso había sido un

misterio insoluble. En 1857, Pasteur demostró que la fermentación era un fenómeno biológico y que la levadura su agente, segrega un fermento endógeno, una enzima que desdobra la glucosa en alcohol y carbónico” (Miguéz, 1998).

A raíz del descubrimiento realizado por Pasteur, se comenzó a brindar un tratamiento óptimo al agua, combatiendo directamente el papel patógeno de los microorganismos con lo que se volvió potable. Por esta misma época se pudo definir la estructura molecular del etanol.

El alcohol etílico se puede encontrar en bebidas alcohólicas, cosméticos, en tinturas y en preparados farmacéuticos. El alcohol metílico (CH_3OH), también conocido como alcohol de madera, se emplea abiertamente como combustible y disolvente. El alcohol isopropílico ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OHCH}_3$) se utiliza como antiséptico y desinfectante Wade (2004).

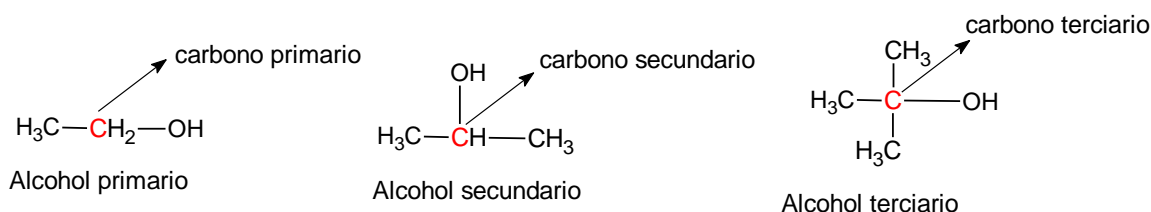
Debido a su versatilidad, el grupo hidroxilo, se puede sintetizar de múltiples formas, así como también, se puede convertir en la mayoría de los grupos funcionales por múltiples reacciones Wade (2004).

1.2 Estructura y clasificación de los alcoholes

La estructura de los alcoholes es notablemente similar a la del agua, ambas presentan hibridación sp^3 , siendo el ángulo de enlace entre el C-O-H mayor ($108,9^\circ$) con respecto al H-O-H del agua ($104,5^\circ$). Esta diferencia se debe a que el grupo metilo es mucho más grande que un átomo de Hidrógeno. Ésta misma característica, es la que da un mayor carácter covalente entre el C-O del alcohol, con respecto al H-O del agua.

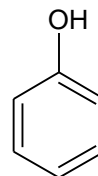
Una forma de clasificar los alcoholes deriva de la posición del grupo hidroxilo ($-\text{OH}$) en la cadena carbonada.

Figura 1-2: Clasificación de los alcoholes respecto a su tipo de carbono.



De acuerdo a lo anterior, si el grupo hidroxilo se encuentra unido a un carbono primario, el alcohol será primario, si esta unido a uno secundario, será secundario y a uno terciario, será terciario.

Los compuestos que tienen el grupo hidroxilo enlazado a un anillo aromático, se denominan fenoles.

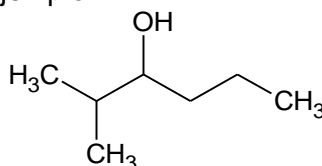


1.3 Nomenclatura IUPAC de los alcoholes

Para la nomenclatura de los alcoholes se toma como sufijo base de la cadena el “-ol”. A continuación se revisarán algunas reglas nomenclaturales tomadas de Wade (2004):

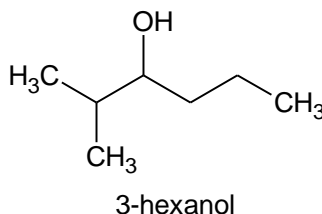
1. Se nombra la cadena más larga de carbonos que contenga el átomo de carbono enlazado al grupo $-OH$. Se elimina la letra $-o$ de la terminación del alcano¹ y se añade el sufijo $-ol$ para obtener el nombre base.
2. Se enumera la cadena de carbonos más larga comenzando por el extremo más próximo al grupo hidroxilo y se utiliza el número adecuado para indicar la posición del grupo $-OH$. El grupo hidroxilo tiene preferencia sobre los dobles y los triples enlaces.
3. Se nombran todos los sustituyentes precedidos de los números de los carbonos sobre los que están localizados, como se hace en el caso de los alcanos y los alquenos.

A continuación se presenta un ejemplo:



Para nombrar el anterior compuesto:

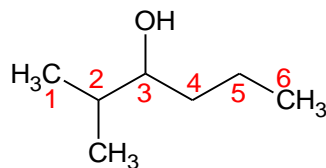
1. Como la cadena carbonada más larga presenta seis átomos de carbono, el alcohol se llama hexanol, adicionalmente, como el grupo hidroxilo se encuentra en la posición tres, se designaría como 3-hexanol (nombre que resulta de cambiar la $-o$ terminal del alcano por el sufijo $-ol$)



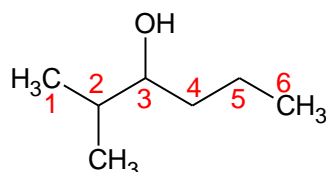
2. Enumere la cadena carbonada por el lado más cercano al grupo hidroxilo.

¹ Para una mayor claridad, se tienen en cuenta las siguientes reglas de nomenclatura (tomadas de Wade, 2004):

1. Encontrar la cadena de átomos de carbono más larga.
2. Numerar la cadena más larga, comenzando por el extremo más próximo al radical.
3. Nombrar los sustituyentes de la cadena más larga (como grupos alquilo). Localizar cada sustituyente por el número del átomo de carbono de la cadena principal al que esté enlazado. Cuando haya dos o más sustituyentes, habrá que nombrarlos por orden alfabético teniendo en cuenta que el prefijo *iso-* se considera como parte del nombre del grupo alquilo, pero no los prefijos que se separan con un guión, por ejemplo: *n-*, *terc-*, y *sec-*. Si dos o más sustituyentes alquilo son iguales, se usarán los prefijos *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc. (ignorando el orden alfabético), para evitar repetir el nombre del grupo alquilo



3. Como en el carbono dos, hay un grupo metilo, el nombre completo del alcohol sería 2-metil-3-hexanol.

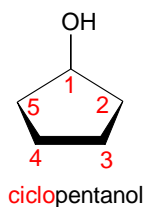
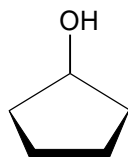


2-metil-3-hexanol

1.3.1 Nomenclatura de alcoholes en compuestos cíclicos

Adicionalmente se pueden encontrar compuestos cíclicos en los cuales hay presencia de grupos hidroxilo.

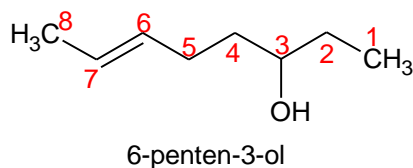
En estos casos se utiliza el prefijo *ciclo-*, y adicionalmente al carbono que posee el grupo hidroxilo se le asigna el número 1.



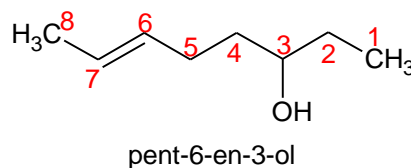
ciclopentanol

1.3.2 Nomenclatura de alcoholes con presencia de dobles o triples enlaces

Se pueden encontrar casos de alcoholes con presencia de dobles o triples enlaces en la misma cadena. En estos casos se debe proceder adicionando el sufijo *-ol* precedido del número del carbono en el que se encuentra unido después del nombre del alqueno o el alquino. El grupo funcional alcohol es prioritario por encima del alqueno o el alquino, motivo por el cual se debe tener en cuenta la posición del grupo hidroxilo para la numeración de la cadena carbonada.



6-penten-3-ol

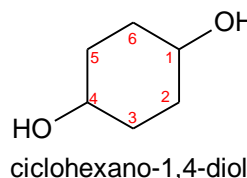
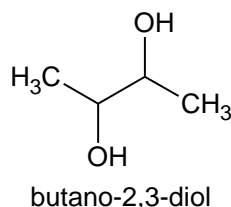


pent-6-en-3-ol

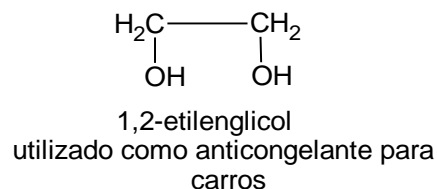
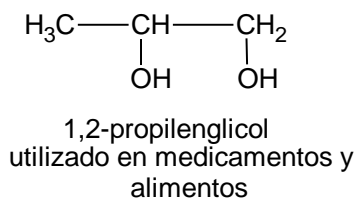
Aunque en la revisión que hizo la IUPAC en 1997, sugirió colocar los números al lado de los sufijos *eno-* e *ino-*, en vez de utilizarlos al inicio.

1.3.3 Nomenclatura de dioles

Los dioles son alcoholes que presentan en una misma estructura dos grupos hidroxilo. Para nombrar dichos compuestos se toman en cuenta las mismas reglas, excepto en la utilización del sufijo *-diol* y en que se necesitan dos números para ubicar los dos grupos hidroxilo.



Cuando en la estructura encontramos un **diol vecinal**, o un **1,2-diol** en átomos de carbono adyacentes, a esta estructura se le reconoce como *glicol*. Normalmente éste tipo de alcoholes se obtienen por hidroxilación de alquenos.

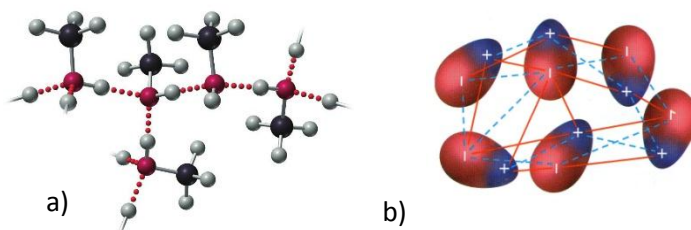


El glicol se nombra a partir del alqueno que le dio origen. Aunque es más recomendable utilizar la nomenclatura IUPAC de *-diol-* para evitar confusiones con la terminación del glicol.

1.4 Propiedades físicas de los alcoholes

Los alcoholes son sustancias más polares que los hidrocarburos, debido a la mayor electronegatividad del átomo de oxígeno respecto del hidrógeno y el grupo alquilo. Ésta polaridad genera una mayor fortaleza en las interacciones presentes entre moléculas (puentes de hidrógeno y dipolo-dipolo), influenciando a su vez, sus propiedades, tal como se aprecia en la **figura 1-3** (Wade 2004).

Figura 1-3: Algunas fuerzas intermoleculares presentes en los alcoholes. Tomadas de Brown *et al.* (2009).



Algunas fuerzas intermoleculares experimentadas por los alcoholes: en (a) puentes de hidrógeno entre moléculas de alcohol etílico, y en (b) un enlace dipolo-dipolo.

Gracias a la interacción de estas fuerzas, los alcoholes exhiben puntos de ebullición elevados, que son consecuencia de las mayores atracciones entre sí, lo que dificulta su vaporización o posterior ebullición.

Los alcoholes más sencillos como el metanol y el etanol son líquidos muy volátiles; los alcoholes que poseen entre cuatro y diez átomos de carbono son viscosos y densos y algunos de sus isómeros (los más ramificados) suelen ser sólidos a temperatura ambiente. Por otro lado, los alcoholes que poseen más de 11 o 12 átomos de carbono, se encuentran como líquidos a temperatura ambiente. En general la mayoría de los alcoholes presentan olores afrutados. En la **Tabla 1-1** se encuentran algunas propiedades físicas de los alcoholes.

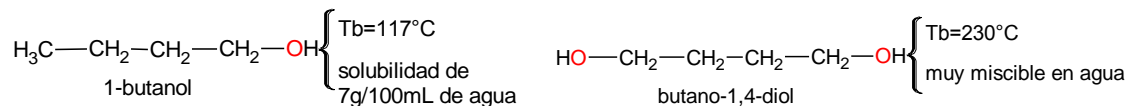
Tabla 1-1: Propiedades físicas de algunos alcoholes. Tomada de Wade (2004)

Nomenclatura IUPAC	Nombre común	Fórmula	Pf(°C)	Pe(°C)	Densidad
metanol	alcohol metílico	CH ₃ OH	-97	65	0.79
etanol	alcohol etílico	CH ₃ CH ₂ OH	-114	78	0.79
1-propanol	alcohol <i>n</i> -propílico	CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	-126	97	0.80
2-propanol	alcohol isopropílico	(CH ₃) ₂ CHOH	-89	82	0.79
1-butanol	alcohol <i>n</i> -butílico	CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	-90	118	0.81
2-butanol	alcohol <i>sec</i> -butílico	CH ₃ CH(OH)CH ₂ CH ₃	-114	100	0.81
2-metil-1-propanol	alcohol isobutílico	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	-108	108	0.80
2-metil-2-propanol	alcohol <i>terc</i> -butílico	(CH ₃) ₃ COH	25	83	0.79
1-pentanol	alcohol <i>n</i> -pentílico	CH ₃ (CH ₂) ₄ OH	-79	138	0.82
3-metil-1-butanol	alcohol isopentílico	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ CH ₂ OH	-117	132	0.81
2,2-dimetil-1-propanol	alcohol neopentílico	(CH ₃) ₃ CCH ₂ OH	52	113	0.81
ciclopentanol	alcohol ciclopentílico	<i>ciclo</i> -C ₅ H ₉ OH	-19	141	0.95
1-hexanol	<i>n</i> -hexanol	CH ₃ (CH ₂) ₅ OH	-52	156	0.82
ciclohexanol	alcohol ciclohexílico	<i>ciclo</i> -C ₆ H ₁₁ OH	25	162	0.96
1-heptanol	alcohol <i>n</i> -heptílico	CH ₃ (CH ₂) ₆ OH	-34	176	0.82
1-octanol	alcohol <i>n</i> -octílico	CH ₃ (CH ₂) ₇ OH	-16	194	0.83
1-nonanol	alcohol <i>n</i> -nonílico	CH ₃ (CH ₂) ₈ OH	-6	214	0.83
1-decanol	alcohol <i>n</i> -decílico	CH ₃ (CH ₂) ₉ OH	6	233	0.83
2-propen-1-ol	alcohol alílico	H ₂ C=CH-CH ₂ OH	-129	97	0.86
fenilmetanol	alcohol bencílico	Ph-CH ₂ OH	-15	205	1.05
difenilmetanol	difenilcarbinol	Ph ₂ CHOH	69	298	
trifenilmetanol	trifenilcarbinol	Ph ₃ COH	162	380	1.20
1,2-etanodiol	etilenglicol	HOCH ₂ CH ₂ OH	-13	198	1.12
1,2-propanodiol	propilenglicol	CH ₃ CH(OH)CH ₂ OH	-59	188	1.04
1,2,3-propanotriol	glicerol	HOCH ₂ CH(OH)CH ₂ OH	18	290	1.26

Como consecuencia de la similitud de los alcoholes con el agua, en cuanto a su estructura y su capacidad para formar puentes de hidrógeno, los alcoholes tienden a mezclarse fácilmente con el agua. De esta manera, alcoholes de bajo peso molecular (hasta el alcohol butílico) son miscibles en agua en cualquier proporción; además, disuelven cantidades apreciables de compuestos iónicos, tales como el cloruro de sodio. A medida que aumenta el número de carbonos, los alcoholes van disminuyendo su solubilidad; éste resultado es generado por el grupo alquilo, que al poseer numerosos átomos de carbono en su estructura se comporta más como alcano que como alcohol. Sin embargo, la mencionada característica hace que dichos alcoholes puedan disolverse en algunas proporciones en disolventes orgánicos no polares. Adicionalmente, a medida que aumentan el número de grupos hidroxilo en la molécula del alcohol, aumenta la cantidad de puentes de hidrógeno, mejorando su solubilidad en agua y aumentando sus

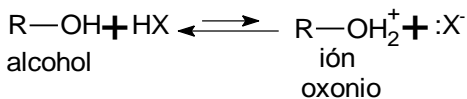
puntos de ebullición. En la **figura 1-4** se muestran algunas de estas propiedades para el 1-butanol y el 1,4 butano-diol.

Figura 1-4: propiedades físicas de algunos alcoholes.

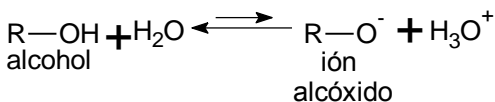


1.5 Acidez de los alcoholes

Los alcoholes, al igual que el agua, se comportan como ácidos y bases débiles. Cuando actúan como bases débiles, se protonan reversiblemente de forma fácil por ácidos fuertes formando iones oxonio.



Por otro lado, cuando se comportan como ácidos débiles, se disocian en bajo grado en solución acuosa donando un protón al agua y formando alcóxidos.



Si calculamos la K_a para la anterior reacción, encontramos que

$$K_a = \frac{[\text{RO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{ROH}]} \quad pK_a = -\log(K_a)$$

Aplicando los cálculos anteriores a equilibrios generados por varios alcoholes, encontramos los resultados expuestos en la **tabla 1-2**.

Tabla 1-2: Constantes de disociación ácida de los alcoholes representativos. Tomada de Wade (2004)

Alcohol	Estructura	K_a	pK_a
metanol	$\text{CH}_3\text{—OH}$	3.2×10^{-16}	15.5
etanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{—OH}$	1.3×10^{-16}	15.9
2-cloroetanol	$\text{Cl—CH}_2\text{CH}_2\text{—OH}$	5.0×10^{-15}	14.3
2,2,2-tricloroetanol	$\text{Cl}_3\text{C—CH}_2\text{—OH}$	6.3×10^{-13}	12.2
alcohol isopropílico	$(\text{CH}_3)_2\text{CH—OH}$	3.2×10^{-17}	16.5
alcohol <i>terc</i> -butílico	$(\text{CH}_3)_3\text{C—OH}$	1.0×10^{-18}	18.0
ciclohexanol	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{—OH}$	1.0×10^{-18}	18.0
fenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{—OH}$	1.0×10^{-10}	10.0
Comparación con otros ácidos			
agua	H_2O	1.8×10^{-16}	15.7
ácido acético	CH_3COOH	1.6×10^{-5}	4.8
ácido clorhídrico	HCl	$1.6 \times 10^{+2}$	-2.2

Los compuestos con una K_a más alta (pK_a más baja) son más ácidos que los que poseen una K_a más baja (pK_a más alta). De esta manera, podemos ver que alcoholes como el metanol y el 2-cloroetanol son levemente más ácidos que el agua; caso contrario ocurre con el etanol y el alcohol isopropílico que son menos ácidos que el agua. Ésta situación es ocasionada por el grupo alquilo ligado al grupo hidroxilo, y se manifiesta en la solvatación del ión alcóxido que resulta de la disociación. Es decir, mientras más fácil sea la solvatación del ión hidroxilo en agua, más estable resulta, y por ende, mayor será su acidez. Entre más grande sea el grupo alquilo ligado, mayor será el impedimento estérico ocasionado sobre la solvatación del grupo hidroxilo, con lo cual, menor será su acidez. Este es el fenómeno que ocasiona que el metanol sea más ácido que el alcohol *terc*-butílico.

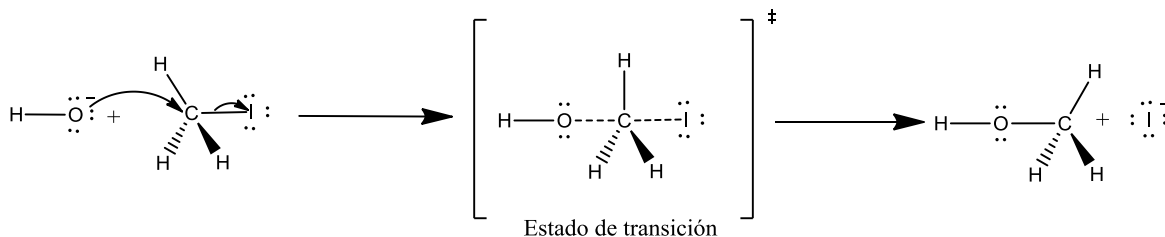
1.6 Síntesis de alcoholes

Los alcoholes son importantes intermediarios sintéticos debido a que pueden obtenerse a partir de un gran número de grupos funcionales.

Se revisarán algunas reacciones de síntesis de los alcoholes, así como sus mecanismos de reacción:

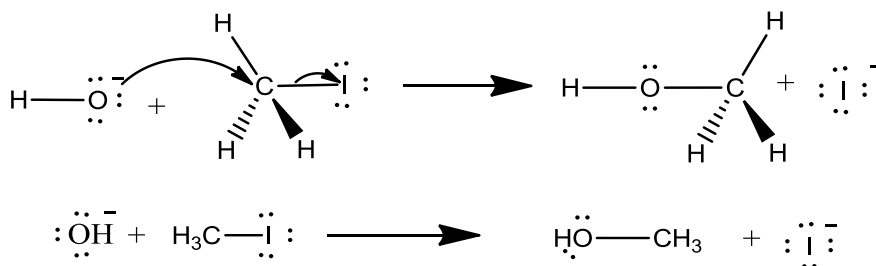
1.6.1 Sustitución nucleofílica en un haluro de alquilo

Este tipo de reacciones se conocen como reacciones S_N2 y consisten en la sustitución de un grupo saliente halogenado por un grupo nucleofílico (en nuestro caso el grupo OH^-) tal como apreciamos a continuación:



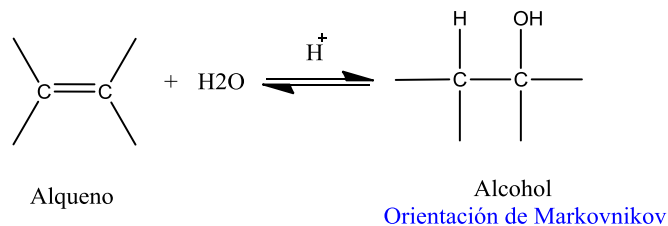
En este tipo de reacciones actúa como grupo saliente haluro el $:\ddot{\text{I}}^- > :\ddot{\text{Br}}^- > :\ddot{\text{Cl}}^-$

Omitiendo el estado de transición (por su naturaleza inestable) de la anterior reacción tenemos que



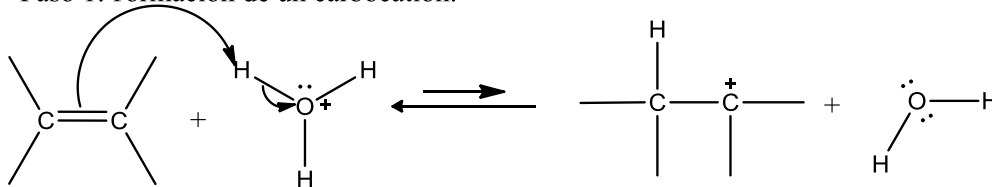
1.6.2 Hidratación catalizada por ácidos

Éste tipo de reacciones ocurren globalmente de la siguiente manera:

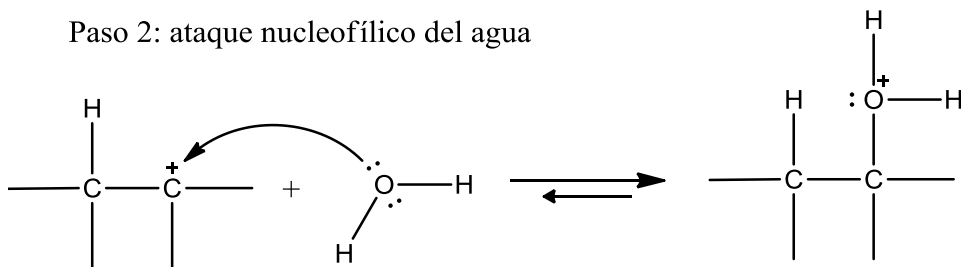


Veamos ahora el mecanismo de reacción:

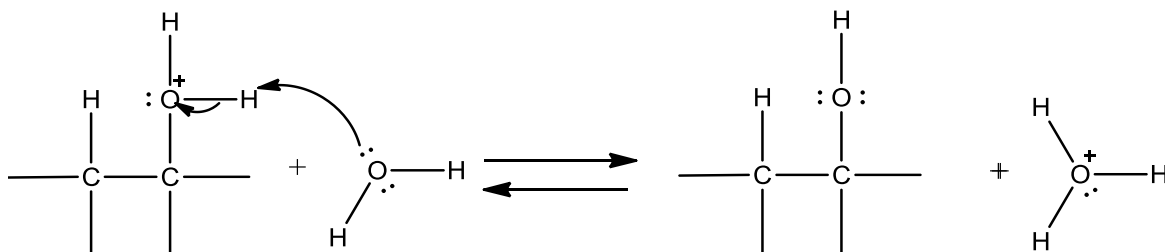
Paso 1: formación de un carbocatión.



Paso 2: ataque nucleofílico del agua



Paso 3: desprotonación para formar el alcohol.



1.7 Reacciones de los alcoholes

El concepto de oxidación es muy importante en las reacciones químicas orgánicas, y suele asociarse (igual que en la química inorgánica) a un estado de pérdida de electrones (Brown *et al.*, 2009), motivo por el cual se pueden cometer ciertos errores de apreciación, sobre todo si se tiene en cuenta que la mayoría de los compuestos orgánicos no poseen carga, y por eso no se puede hablar de una pérdida de electrones (Wade, 2004). Para los casos en los que participen compuestos orgánicos se define oxidación como: la adición de O o de O₂, pérdida de H₂, adición de X₂ (halógenos); reducción como: adición de H₂ (o de H⁻), pérdida de O o de O₂, pérdida de X₂. Por el contrario no corresponde con una oxidación o una reducción: la adición o pérdida de H⁺, H₂O, HX (Wade, 2004).

Se puede decir que los procesos de oxidación- reducción en una molécula orgánica depende del número de enlaces C-O que aumentan o disminuyen en una reacción química. En la oxidación, por ejemplo los enlaces C-H se van reemplazando por enlaces C-O, y el proceso inverso denotará una reducción (Wade, 2004).

1.7.1 Oxidación

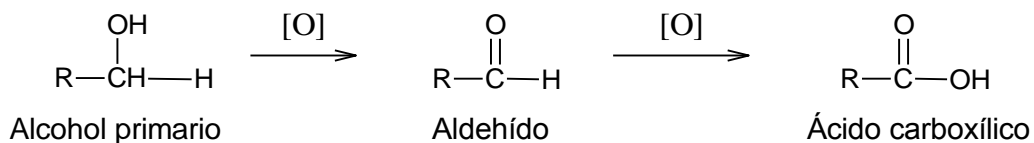
Las reacciones de oxidación de los alcoholes producen aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos dependiendo del tipo de alcohol que se pretende oxidar. De esta manera, la oxidación de un alcohol primario puede originar un aldehído o un ácido carboxílico, dependiendo de la fortaleza del agente oxidante; los alcoholes secundarios se pueden oxidar a cetonas y los alcoholes terciarios no se oxidan.

Figura 1-5: Productos de la oxidación de los alcoholes

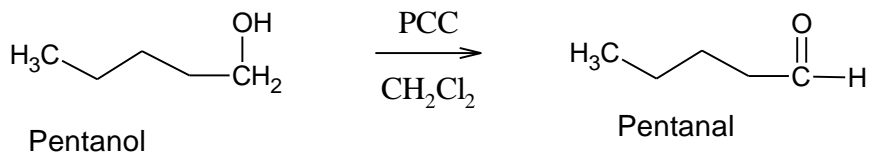
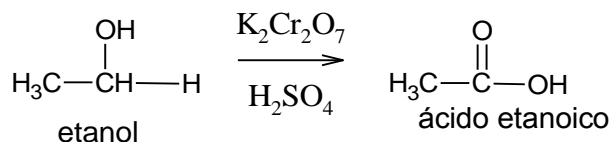
A continuación se muestran los procesos de oxidación antes mencionados:

1. Oxidación de alcoholes primarios

A continuación se muestran las reacciones globales de oxidación de alcoholes primarios; donde [O] representa un agente oxidante que puede ser el ácido crómico, el dicromato de potasio o sodio. Éstos agentes oxidantes presentan un inconveniente, son poco selectivos y normalmente oxidan los alcoholes primarios hasta su respectivo ácido. Por el contrario, el clorocromato de piridinio (PCC) un complejo de óxido de cromo (VI) con piridina y HCl, oxida la mayoría de los alcoholes primarios a su respectivo aldehído (Wade, 2004).

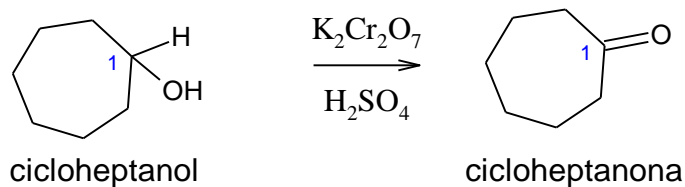


Ejemplos



2. Oxidación de alcoholes secundarios

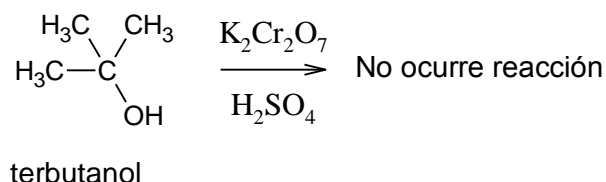
Para la oxidación de los alcoholes secundarios podemos utilizar los mismos agentes oxidantes que se utilizan para oxidar los alcoholes primarios.



3. Oxidación de alcoholes terciarios

Los alcoholes terciarios no generan reacciones de oxidación debido a la ausencia de un enlace C-H para ser oxidado.

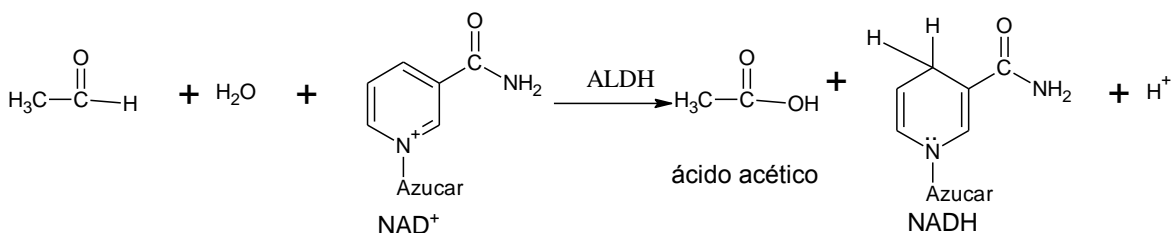
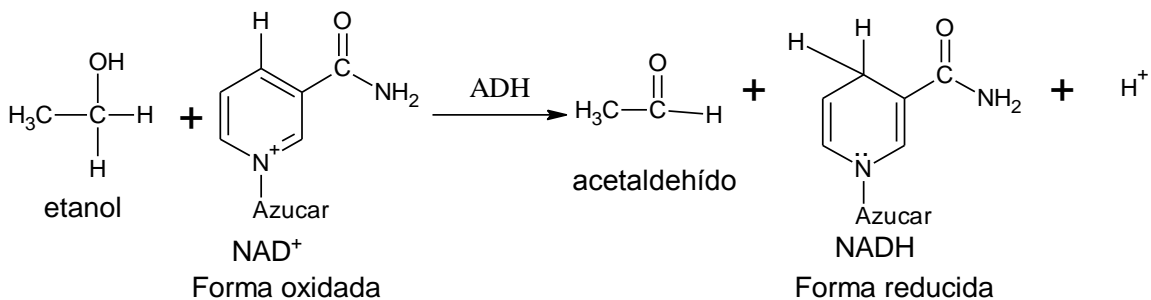
Un método importante para diferenciar alcoholes primarios y secundarios de terciarios, es la prueba con ácido crómico. En esta prueba se somete el alcohol a una disolución de ácido crómico, y en ella el color naranja de la disolución automáticamente cambia a azul o verde; por el contrario cuando éste preparado se adiciona en un alcohol terciario, no se observa un cambio inmediato de color.



1.7.2 Oxidación biológica de los alcoholes

La oxidación del alcohol es catalizada por una enzima, la alcohol deshidrogenas (ADH). En los animales, cumple la función de desintoxicar el organismo del etanol antes de llegar a la sangre; dicha función se realiza mayoritariamente en el hígado Wade (2004).

La ADH cataliza la oxidación del etanol, eliminando dos átomos de hidrógeno de la molécula del alcohol. En ésta reacción, el agente oxidante es la **dinucleótido nicotinamida-adenina (NAD)**.

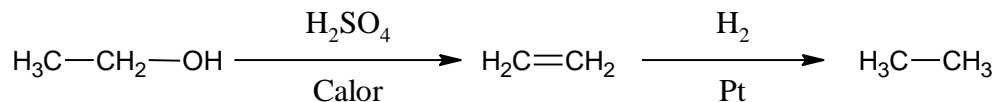


ALDH: Aldehído deshidrogenasa

En este caso, la oxidación del etanol a ácido acético produce un compuesto mucho más asimilable que otros productos derivados de la oxidación de los alcoholes como el ácido fórmico, responsable del envenenamiento con metanol en bebidas adulteradas.

1.7.3 Reducción de los alcoholes

Este tipo de reacciones de los alcoholes los transforman en alcanos. Para ello, se realiza una reducción en dos pasos: en el primero, se reduce el alcohol a un alqueno para su posterior hidrogenación a un alcano (Wade, 2004).



1.7.4 Reacciones con haluros de hidrógeno

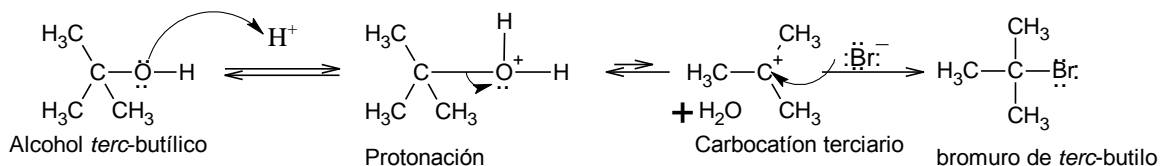
La protonación en medio ácido de un grupo hidroxilo mejora su carácter como grupo saliente: de pobre grupo saliente a buen grupo saliente. En estas condiciones, se pueden llevar a cabo reacciones de sustitución y/o eliminación, las cuales dependen directamente del tipo de alcohol (primario, secundario ó terciario)

Los iones haluro, en disolución ácida, se comportan como buenos nucleófilos, motivo por el cual se utilizan con mucha frecuencia para transformar los alcoholes en haluros de alquilo (usualmente haluros de Br⁻ y Cl⁻).

A continuación revisemos las reacciones y mecanismos empleados en la formación de haluros.

Con ácido bromhídrico

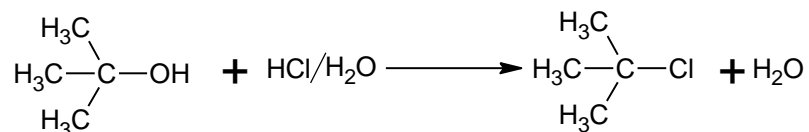
El ácido bromhídrico concentrado transforma rápidamente el alcohol *terc*-butílico en bromuro de *terc*-butilo. Ésta reacción transcurre mediante un mecanismo S_N1 , debido al impedimento estérico ocasionado por el grupo *terc*-butilo.



Otra reacción mediada por el ácido bromhídrico es la producida por el 1-butanol cuando reacciona con el bromuro de sodio en ácido sulfúrico concentrado para dar 1-bromobutano mediante un desplazamiento S_N2 (mecanismo explicado en la sección 1.6.1.).

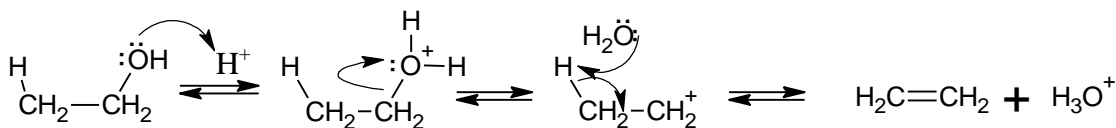
Con ácido clorhídrico

Las reacciones con ácido clorhídrico son similares a las que ocurren con el ácido bromhídrico; de esta manera, el alcohol *terc*-butílico reacciona con ácido clorhídrico para formar cloruro de *terc*-butilo, siguiendo el mismo mecanismo que la reacción anterior.



1.7.5 Reacciones de deshidratación de alcoholes

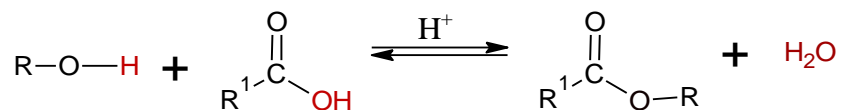
Estas reacciones se generan cuando un alcohol produce alquenos en presencia de un catalizador ácido. El mecanismo se ilustra a continuación



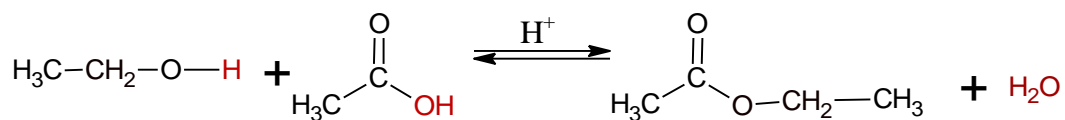
El mecanismo utilizado anteriormente se conoce como E_1 (eliminación unimolecular), y en él, existe la presencia de un intermediario carbocatiónico. En las reacciones en las cuales hay presencia de carbocationes, la facilidad para la deshidratación depende del C^+ , así, un carbocatión $3^\circ > 2^\circ > 1^\circ$ elimina más fácilmente.

1.7.6 Esterificación de los alcoholes

La esterificación es un proceso en el que a partir de un ácido carboxílico y alcohol, se obtiene un éster y como subproducto agua. Este tipo particular de esterificación recibe el nombre de **esterificación de Fischer**.

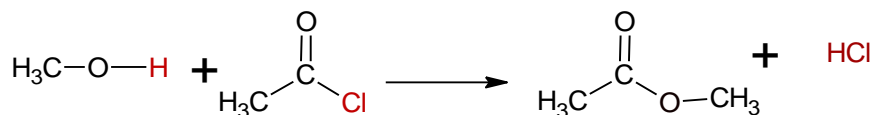


A continuación se muestra la manera en la que se obtiene el acetato de etilo



Para que esta reacción transcurra, se requiere la presencia de un medio levemente ácido.

Debido a que el proceso anterior se desarrolla en equilibrio, los resultados obtenidos no son muy eficientes en términos de la producción del éster. Para salvar este inconveniente, existen otras formas más sencillas de generar esterificaciones; un ejemplo es la reacción que ocurre entre un alcohol y un cloruro de ácido.



2 Distribución y metabolismo del etanol

La información suministrada a continuación fue tomada de: Casanueva, *et al.* (2008); Gual (2002); Martínez, *et al.*, 2002; Resolución 453 de 2002 de Medicina Legal; Rodés, *et al.* (2001).

El estudio de la distribución y metabolismo del etanol abarca implícitamente el estudio del paso del etanol por el organismo, es decir, como se absorbe, distribuye, excreta y metaboliza. En general, podemos decir que un hombre sano elimina aproximadamente 100 mg de etanol/kg de peso en una hora (Rodés, *et al.* 2001), Esto es, en un individuo de 70 kg se eliminan 7,0 g de etanol/hora. El valor anterior está sujeto a variaciones genéticas, individuales y externas, propias de cada individuo.

A continuación se describen algunos aspectos que muestran como ocurre el proceso mencionado anteriormente.

2.1 Absorción del alcohol

Por las características físicas que presenta el etanol, éste comienza a ser absorbido en el tracto gastrointestinal por difusión simple debido a su pequeño tamaño, miscibilidad en agua y su baja solubilidad en lípidos (aproximadamente de 1/30 en relación al agua). En el estómago la difusión del etanol es baja en comparación con el intestino delgado, donde entre el duodeno y el tercio superior del yeyuno se absorbe del 70 al 80% del alcohol ingerido (Rodés, *et al.*, 2001), aunque es de destacar que el tiempo estimado de absorción del alcohol en esta porción es de 1,7 minutos aproximadamente (Gual, 2002). La concentración máxima de etanol en el cuerpo, comparable a la de la bebida ingerida se alcanza en boca, esófago, estómago y tercio superior del yeyuno. A partir de él, los valores de etanol comienzan a descender.

La absorción del etanol sufre un retraso ocasionado por la demora en el vaciado gástrico, y por el contenido intestinal (Rodés, *et al.*, 2001). La ingestión de alimentos retrasa significativamente la absorción del etanol, disminuyendo los valores de alcohol en la sangre, con respecto a individuos que se encuentran en ayunas (Rodés, *et al.*, 2001). Según Newman (Science, 1942; 96:43), la absorción de alcohol es más lenta a partir de bebidas de baja graduación como la cerveza y el vino, que a partir de bebidas destiladas. De igual manera se ha comprobado que algunas biomoléculas como los carbohidratos, aminoácidos y dipéptidos aumentan la absorción del alcohol (Rodés, *et al.*, 2001).

Otro proceso que disminuye los niveles de absorción de alcohol, es el consumo recurrente de tabaco, aparentemente éste se encuentra asociado a una disminución en el tránsito de alcohol entre el estómago y el intestino (Gual, 2002).

2.2 Distribución del alcohol

La difusión del alcohol, a través de las células, es lenta en comparación con la elevada velocidad de distribución que produce el torrente sanguíneo. En órganos muy vascularizados como cerebro, hígado y los pulmones el alcohol tiende a equilibrarse rápidamente con los niveles sanguíneos. Por lo anterior, el alcohol consumido y posteriormente absorbido, pasa casi inmediatamente al tejido cerebral; caso opuesto se observa en el músculo esquelético, donde los niveles de alcohol son bajos, efecto ocasionado porque en reposo son pocos los capilares sanguíneos que se encuentran activos (Rodés, *et al.*, 2001). El alcohol es poco soluble en lípidos, por lo que sólo el 4% del alcohol ingerido es captado por los lípidos tisulares; en consecuencia, las personas obesas presentan una mayor tendencia que las personas delgadas, a tener mayores concentraciones de alcohol en sangre después de haber ingerido las mismas cantidades de una bebida alcohólica (Rodés, *et al.*, 2001).

La distribución del alcohol se encuentra finamente ligada a la cantidad de agua presente en los tejidos u órganos, así, la orina presenta una concentración de alcohol un poco más elevada que la sangre.

De esta misma manera, en mujeres embarazadas, existe una tendencia mayor a retener el alcohol en el líquido amniótico en el útero (Rodés, *et al.*, 2001). Sin dejar de lado el hecho que la distribución del alcohol depende de la cantidad de agua presente en los órganos o tejidos. Por lo anterior, el valor medio de distribución del alcohol en los hombres es mayor que en las mujeres. Según Casanueva *et al.* (2008) el porcentaje de agua corporal en hombres es del 60% a diferencia de las mujeres en donde es del 50%; esto da lugar a mayores picos en la concentración de alcohol en sangre en mujeres que en hombres, aproximadamente 0,7 L/kg de masa corporal en hombre y 0,6 L/kg de masa corporal en mujeres; adicionalmente, autores como Gual (2002) han establecido que

“Las diferencias genéticas en los enzimas capaces de metabolizar el etanol pueden producir importantes variaciones en la biodisponibilidad de esta sustancia. En este sentido el polimorfismo del enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) puede producir importantes diferencias en los niveles de etanol en sangre. En este sentido, el menor nivel de expresión de este enzima en mujeres, propicia mayores concentraciones de etanol en éstas que en varones ante consumos idénticos. También existen diferencias raciales, constatándose una menor actividad de la ADH en la mucosa gástrica de los orientales respecto a los caucásicos”.

2.3 Excreción del alcohol

Entre el 90 y 95% del etanol es oxidado y excretado en forma de anhídrido carbónico y agua. Otras formas de eliminación son la orina y el aliento. “Dado a que el alcohol no se concentra en la orina, menos del 1% del alcohol ingerido es eliminado por esta vía” (Rodés, *et al.*, 2001); adicionalmente, una porción baja, también puede ser eliminada a través de la expiración (entre el 1 y 5%). Se considera que la tasa de excreción media

del etanol por hora oscila entre el 10 y 20 mg de etanol por cada 100 mL de sangre (Gual, 2002).

Algunos factores genéticos pueden ocasionar una reducción en la eliminación del etanol como los ocasionados por polimorfismos en la ADH o el hecho de la utilización de contraceptivos orales, los cuales reducen la eliminación del etanol hasta en un 20% (Gual, 2002).

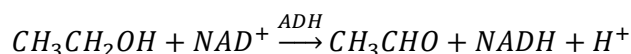
2.4 Metabolismo del alcohol

La información suministrada a continuación fue tomada de: Casanueva, *et al.* (2008); Gual (2002); Rodés, *et al.* (2001).

El metabolismo hepático del etanol tiene lugar en tres fases básicas:

1. El etanol es oxidado en el citosol del hepatocito a acetaldehído.
2. El acetaldehído es convertido en acetato, principalmente en la mitocondria.
3. El acetato liberado a la sangre es oxidado por los tejidos periféricos a anhídrido carbónico, ácidos grasos y agua.

La principal enzima asociada con la oxidación del etanol es el alcohol deshidrogenasa (ADH); la ADH oxida el etanol a sus correspondientes aldehídos de la siguiente manera:



Los valores adultos de ADH se alcanzan a los 5 años de edad (Rodés, *et al.*, 2001). Resulta que esta enzima además de catalizar la oxidación del etanol colabora en la oxidación de esteroides endógenos y exógenos y en la co-oxidación de ácidos grasos, de ahí que sus valores óptimos se alcanzan a edades tempranas.

La ADH hepática humana es de 79000 a 83000 Da (Dalton) y cada molécula presenta 4 átomos de zinc, esenciales en su actividad metabólica.

La ADH a pH fisiológico alcanza valores de oxidación cercanos al 40%, pero que pueden mejorar considerablemente a pH de 10,8. Debido a la baja K_m de la ADH (inferior a 1,0 mmol) es que el etanol puede eliminarse eficazmente de la sangre, incluso a bajas concentraciones, siempre y cuando la eliminación del acetaldehído sea óptima, porque si no, puede favorecerse la reacción inversa, al actuar como sustrato de la ADH.

Para la oxidación del etanol por acción de la ADH, se necesita un importante cofactor enzimático que es la **dinucleótido nicotinamida-adenina** (NAD), la cual, por acción de la reacción redox se reduce a su forma NADH. En condiciones normales la reacción favorece la producción de NADH, lo que redundaría en un aumento del cociente hepático (NADH/NAD) (es decir, el estado redox del hígado se reduce notablemente), ocasionando efectos metabólicos como la inhibición de la neoglucogénesis, disminución de la actividad en el CAT (ciclo de los ácido tricarboxílicos) y una afectación directa sobre la oxidación de los ácido grasos, lo que desencadena problemas y patologías en los consumidores recurrentes de etanol.

Pero no solamente el hígado está implicado en el metabolismo del alcohol, también lo están el estómago, el yeyuno y el íleon (Rodés, *et al.*, 2001); lo anterior gracias a la presencia de la enzima alcohol deshidrogenasa que se encuentra en el hígado, y que también se encuentra en dichos órganos. Por otro lado, el estómago ayuda en la oxidación de primer paso del alcohol y presenta valores cercanos al 20 o 30% del alcohol ingerido, siempre y cuando la dosis no sea muy elevada, y la persona haya ingerido previamente alimentos.

Aunque en éste punto existen algunas discrepancias en si la mayor oxidación del alcohol ocurre en el estómago o en el hígado (Rodés, *et al.*, 2001), los niveles de oxidación gástrica se ven reducidos en personas que padecen alcoholismo, posiblemente esto sea ocasionado por una lesión gástrica en la mucosa por efectos del alcohol, o en personas que sufren de gastritis causada por *Helicobacter pylori* (Rodés, *et al.*, 2001).

Una vez que el alcohol es distribuido por el cuerpo y alcanza valores similares a los sanguíneos, en algunos órganos como en el intestino delgado, se puede apreciar como ciertas bacterias presentes en él, contribuyen en algún grado con la oxidación del alcohol, vinculado así una fase bacteriolónica en la oxidación del alcohol (Rodés, *et al.*, 2001). Como consecuencia de lo anterior, se pueden encontrar ligadas al consumo de alcohol ciertas enfermedades del colon como diarrea, pólipos y cáncer. Pero además del papel colaborativo que genera el estómago y el colon en el metabolismo del alcohol, podemos encontrar pequeñas ayudas extras en el metabolismo en riñones, células de la médula ósea, pulmones, testículos y páncreas (Rodés, *et al.*, 2001).

2.5 Aspectos comportamentales y legales referentes al consumo del alcohol

Resulta claro que el consumo de alcohol conlleva a la alteración de ciertos comportamientos en los individuos que lo consumen. Para medir el impacto que tiene el alcohol en el cuerpo se mide la concentración de éste en el torrente sanguíneo, éste cociente se denomina nivel de alcohol en la sangre (BAC, Blood Alcohol Levels). Dichos niveles se pueden determinar de manera muy precisa en un análisis sanguíneo o en el aire exhalado, lo anterior se debe a que, como se había mencionado anteriormente, en sangre y pulmones se alcanzan niveles muy elevados de alcohol, de esta manera los resultados obtenidos son de alta confianza en comparación con muestras obtenidas de otros fluidos corporales como la orina.

Algunas de las formas más recurrentes de expresar la concentración del alcohol en la sangre se muestran en la **tabla 3.1**

Tabla 3-1: Formas de expresar la concentración en sangre y sus equivalencias (BAC)

Formas de expresar la concentración en sangre	
Expresión	Unidad
Miligramos de etanol por decilitro	mg/dL
milimolar	mM
Porcentaje de etanol en sangre	g de etanol/100mL de sangre
Miligramos de etanol en 100 mL de sangre	mg sangre /100 mL de sangre
Algunas equivalencias	
1mM equivale a 4,6 mg/dL	
0,05% de alcohol en sangre equivale a 50 mg/dL (5 g/L)	

En general, la BAC permite predecir el grado de modificación conductual y cognitiva de un sujeto. Al respecto se propuso una clasificación que muestra los efectos del alcohol sobre la ejecución según diferentes concentraciones séricas de esta sustancia (Gual, 2002). De acuerdo con esta clasificación Gual (2002) establece que:

- Entre 10 y 30 mg/dL no existe apenas alteración funcional perceptible, excepto si se recurre a procesos y tareas más sofisticados de laboratorio (ej. Tareas de atención dividida).
- Entre 30 y 60 mg/dL de etanol en sangre producen una sensación de euforia así como un incremento de la interacción social.
- Entre 60 y 100 mg /dL la euforia llega a producir desinhibición y una seria alteración del autocontrol y de la capacidad valorativa del sujeto.
- Entre 100 y 150 mg /dL, concentraciones que pueden alcanzarse aún en episodios de consumo de etanol socialmente considerado como aceptable, se produce un importante descenso de la ejecución psicomotora y la articulación del habla se ve parcialmente comprometida.
- Entre 150 y 200 mg /dL de etanol en sangre producen una confusión mental significativa que se traduce incluso en dificultades relativas para mantener el equilibrio postural.

De acuerdo con la resolución 453 de 2002 de Medicina Legal, en Colombia, el examen de alcoholemia se determina teniendo en cuenta los mg de etanol por cada 100 mL de sangre. Para determinar la concentración de alcohol en la sangre los exámenes de alcoholemia que se utilizan son: cromatografía de gases para muestras de sangre y alcosenor para determinación en boca.

Después de determinar la BAC, y de acuerdo con el artículo 2 del mencionado Decreto, se analiza la información como sigue:

- Resultados menores a 40 mg de etanol /100 ml de sangre total, se interpretan como estado de embriaguez negativo.
- Resultados entre 40 y 99 mg de etanol /100 ml de sangre total, corresponden al primer grado de embriaguez.
- Resultados entre 100 y 149 mg de etanol /100 ml de sangre total, corresponden al segundo grado de embriaguez.
- Resultados mayores o iguales a 150 mg de etanol /100 ml de sangre total, corresponden al tercer grado de embriaguez.

Esto significa que cuando una persona aplica dentro del primer grado de alcoholemia ya aumenta su nivel de euforia y desinhibición y surge una alteración del autocontrol, así como la pérdida de la capacidad valorativa, con lo cual se pueden ocasionar incidentes graves, sobretodo cuando el individuo se encuentra conduciendo un automóvil.

Adicional a los efectos psíquicos que puede desencadenar el etanol sobre la conducta humana, especialmente en lo referido a accidentes viales; también se debe destacar las lesiones biológicas que conlleva el consume excesivo y recurrente del etanol.

Algunas de las lesiones más comunes que se citan al respecto son:

1. Intoxicación alcohólica aguda: es la causante de un grado variable de estimulación entre los que se cuentan: regocijo, excitación, desinhibición, entre otros, que en muchas ocasiones se encuentra acompañada por una fase depresiva, que puede conducir a coma, o a muerte por depresión cardio – respiratoria (Martínez, *et al.*, 2002). Esta enfermedad afecta el 1.1% de la población, sobre todo varones entre los 19 y 28 años (Gual, 2002). “La dosis letal 50 es 5 g/L con ingesta aproximada de alcohol de 3 g/ Kg de peso. La mortalidad por coma etílico es del 5%” (Gual, 2002). De esta manera, la intoxicación alcohólica aguda se convierte en una de las afecciones más usuales entre los bebedores recurrentes, aunque en bebedores casuales, la resaca es el síntoma más prevalente.
2. Atrofia cerebral: es una afección presente en consumidores crónicos. Consiste en el deterioro intelectual, asociado con atrofia cerebral y agrandamiento ventricular (Martínez, *et al.*, 2002). En el alcoholismo parece haber una disminución significativa de peso y volumen cerebral, atrofia causada por la reducción en el volumen de la sustancia blanca de los hemisferios cerebrales (Martínez, *et al.*, 2002).
3. Síndrome alcohólico fetal: persiste en el 33% de los neonatos (Martínez, *et al.*, 2002). Este síndrome se encuentra ligado a alcoholismo en mujeres embarazadas. Dentro de las lesiones causadas por el alcohol se encuentran varias lesiones neurológicas y somáticas. La mayoría de estas lesiones no son perceptibles sino hasta edades avanzadas en los infantes.

Las anteriores son algunas de las enfermedades más usuales entre bebedores. Muchas de estas enfermedades se encuentran acompañadas adicionalmente por: deficiencias alimentarias, cirrosis hepática, intoxicación causada por metanol, traumatismos craneales y mayor propensión a procesos infecciosos.

3 Enseñanza de las ciencias

La información suministrada a continuación fue tomada de: Campanario y Moya (1999); Ferguson et al. (1990); Portolés et al. (2009); Pozo et al. (1994); Veglia (2007).

La enseñanza de las ciencias basada en la resolución de problemas en el aula es una habilidad esencialmente procedimental, que se construye y que le permite al educando transformar los saberes teóricos en realidades a través de las interacciones que se presentan entre éste y el docente y/o el material utilizado (Portolés et al. (2009). De hecho, la resolución de problemas se ha convertido en la mejor herramienta con la que cuentan los docentes en ciencias tanto durante la instrucción como durante la evaluación. Pero aunque ésta estrategia es muy utilizada, muchas veces se cometen errores que minimizan su funcionalidad. Al respecto, podemos encontrar errores en la forma como se elaboran las preguntas; el más recurrente es la falta de contextualización con fenómenos de la cotidianidad de los estudiantes. Además, se da memorización de contenidos. Por otro lado, puede suceder que los estudiantes ya tengan el acervo conceptual que les permita afrontar cierto problema y su dificultad se centre en el no saber como utilizar su saber, enfrentándonos en un claro caso de no saber-hacer.

La eficacia del proceso depende, entre otros factores, de un conocimiento pleno de lo que se pretende enseñar (por ejemplo: la experiencia que en el campo presente el docente), de la metodología en resolución de problemas y de componentes actitudinales. Se pueden identificar algunos factores que favorecen la metodología en resolución de problemas como: conceptos, principios, ejemplos, detalles técnicos, generalizaciones, heurística, entre otros (Portolés *et al.* 2009). Pero, ¿qué genera la clara diferencia que presenta un novato frente a un experto en la resolución de problemas? La respuesta se encuentra en la forma como el experto organiza sus ideas, acorde a la experiencia que ha ganado anteriormente, lo que le permite tener múltiples herramientas para afrontar las diversas situaciones y además intercalar información en aras de una mejor resolución; por otro lado la visión del novato se encuentra muy parcelada, es muy específica, y generalmente presenta problemas cuando debe generar interacciones entre conceptos. Al respecto podemos encontrar algunos autores (Ferguson *et al.* 1990), según los cuales se encontró que los estudiantes que desarrollaban bien sus problemas involucraban un conocimiento más profundo de la materia que los otros, éstos últimos más centrados en el conocimiento declarativo (un tipo de conocimiento estático sobre hechos y principios que se pueden aplicar dentro de una disciplina), por encima de los más exitosos quienes vinculaban en sus procesos mentales conocimientos de tipo procedimental y situacional (el primero suscita acciones a realizar dentro de una determinada disciplina y el segundo permite reconocer situaciones que aparecen dentro de una disciplina), convirtiéndose éstos en la mejor herramienta con la que cuentan los educandos en la resolución de

problemas (Portolés *et al.* 2009). Debemos mencionar adicionalmente que el docente como “experto” muchas veces presenta serias dificultades en la transmisión de su saber, como opinan algunos autores (Pozo *et al.* 1994). Tomando literalmente la siguiente frase: “Sabemos resolver los problemas que planteamos a nuestros alumnos, pero no siempre somos conscientes de los pasos que damos para resolverlos, por lo que nos resulta muy difícil ayudar a los alumnos a darlos”, se tiene que, procedimentalmente se sabe hacer algo tan bien, que cuesta trabajo definirlo (Pozo *et al.*, 1994).

A continuación se muestran algunos procesos cognitivos que, a consideración de Portolés *et al.* (2009), son importantes para la metodología en resolución de problemas.

3.1 Procesos cognitivos en la resolución de problemas.

- *Razonamiento formal:* Se centra en los principios piagetianos, específicamente en lo concierne al paso de las operaciones concretas a las operaciones formales, según el cual, si la migración no se ha realizado con éxito, el estudiante presentará serias dificultades en la aplicación de la metodología de resolución de problemas.

De acuerdo con la teoría piagetiana, el razonamiento formal es la única manera de explicar el desempeño de los estudiantes. Esta teoría:

- da cuenta del crecimiento conceptual del estudiante en relación a su edad.
- demuestra la destreza que presenta un individuo para obtener información relevante de variados contextos instruccionales.
- demuestra la capacidad mental del estudiante.

Algunos resultados de investigaciones adelantadas en este campo Portolés *et al.* (2009), brindan además información importante sobre el trabajo colaborativo como una herramienta potente y útil que potencia el incremento conceptual de los estudiantes.

Se puede inferir que los resultados que presentan los estudiantes en la resolución de problemas dependen: de su nivel de razonamiento formal, de su capacidad mental, de si son dependientes o independientes de campo y de su estilo cognitivo.

- *Construcción de modelos mentales:* de acuerdo con Mayer (1992), los procesos involucrados en la resolución de problemas están agrupados en dos, la representación del problema y la dinámica relacionada con su solución. Para lograr una representación coherente del problema, el estudiante debe traducir el problema (en este paso se extrae la información relevante del problema), para finalmente realizar una integración del mismo (en éste se deben realizar conexiones exitosas que brinden un camino eficaz en la resolución de los problemas). “Cuando la descripción del problema se ha transformado en un modelo mental adecuado, se puede decir que el estudiante ha comprendido el problema y está en condiciones de solucionarlo correctamente” (Portolés *et al.* 2009).
- *La transferencia del aprendizaje:* de acuerdo con Birnes (1996) se definirá transferencia como aquella habilidad para aplicar lo que ha sido aprendido en un contexto, en otro contexto diferente. Dicha transferencia suele clasificarse en dos (Portolés *et al.* 2009), una horizontal y otra vertical; la primera se presenta cuando un

estudiante es capaz de resolver problemas con estructura similar, que ya han sido antes resueltos por él: el mejor ejemplo lo conseguimos en los ejercicios presentes en los textos; por otro lado, la transferencia vertical se presenta cuando el estudiante se encuentra con ejercicios diferentes que requieren un esfuerzo adicional de su estructura mental y que le permiten construir nuevos esquemas de solución, la mayoría de estos problemas son preguntas abiertas, con datos incompletos y metodologías de resolución desconocidas por el estudiante.

- *Metacognición:* Flavell (1976), consideró la Metacognición como el conocimiento personal relativo a los propios procesos cognitivos y a todo lo demás, relacionado con ellos, por ejemplo, propiedades de la información o de datos que son relevantes para el aprendizaje (Portolés *et al.* 2009). Teniendo en cuenta los argumentos encontrados en Portolés *et al.* (2009) referentes a la metacognición, se tiene un amplio sentido de la importancia en la utilización de la metacognición como una herramienta significativa en la resolución de problemas.

Partiendo de los procesos cognitivos mínimos que debe poseer un estudiante a la hora de plantear la resolución de un problema, se puede esbozar cuales deberían ser los procedimientos que se deben tener en cuenta para la solución de un problema.

Según Pozo *et al.* (1994), los procedimientos se pueden catalogar en:

1. Adquisición de la información.
 2. Interpretación de la información.
 3. Análisis de la información y realización de inferencias.
 4. Comprensión y organización conceptual de la información.
 5. Comunicación de la información.
- *Adquisición de la información:* se relaciona con aquellos procedimientos que tienen que ver con la búsqueda, recolección y selección de información útil para definir y tratar de solucionar el problema. Hacen parte de ésta herramienta la observación analítica de la información proporcionada por el problema, la profundización de la información obtenida por medio de documentos, textos, artículos adicionales que permitan comprender mejor el problema, así como las herramientas de integración y nemotecnia necesarias para su memorización.
 - *Interpretación de la información:* es un paso que se da luego de recoger y catalogar la información en un código con el cual el estudiante se sienta más cómodo y esté más familiarizado. Estos procedimientos tendrían como finalidad facilitar la conexión de la nueva información con contenidos de la memoria del alumno, jugando un papel importante en la activación de conocimientos previos en la solución de problemas (Pozo *et al.* 1994). La nueva codificación que se realiza en estos casos permite la transformación e interpretación analítica de la información con que se cuenta y si fuera el caso generar analogías que permitan mejorar su comprensión.
 - *Análisis de la información y realización de inferencias:* posterior a la decodificación, suele presentarse una etapa de extracción de conocimientos implícitos en la información presentada en el problema mediante la elaboración de inferencias predictivas, casuales o deductivas (Pozo *et al.* 1994), que permitan elaborar consecuencias probables y le dejen escudriñar al estudiante cual es el mejor camino a seguir en la solución de su problemática

- Comprensión y organización conceptual de la información: el nivel de comprensión y organización depende del nivel de conocimientos con los que se cuenta, permitiendo que un adiestramiento en técnicas de organización conceptual puedan ayudar en la interpretación (Pozo *et al.* 1994). Al respecto, existen diferentes técnicas que ayudan en la organización de la información con que se cuenta hasta el momento, la más importante la elaboración de mapas conceptuales.
- Comunicación de la información: permite que los estudiantes informen sus alcances mediante fuentes escritas o verbales como exposiciones, argumentación de opiniones y elaboración de juicios a favor de sus conjeturas, además apoya sus conclusiones con material gráfico o tecnológico en pro de brindar claridad de sus argumentos. En este punto el estudiante debe ser capaz de mostrar los resultados obtenidos a su planteamiento inicial “problema” el cual lo llevará a demostrar que su proceso de solución fue útil y pertinente, adicionalmente le permitirá retroalimentar sus resultados y elaborar juicios tendientes a la mejora en el próximo problema.

Lo precedente no significa que las herramientas anteriormente descritas, tengan que ser una secuencia de pasos inalterables, por el contrario, según el criterio del análisis, y del problema a tratar, se puede saltar los pasos que sean necesarios para lograr una mejor utilización de la herramienta.

3.2 Medidas a adoptar en la enseñanza de las ciencias basada en la resolución de problemas.

A continuación se citan algunas implicaciones importantes que se tomaron en cuenta en este trabajo para la construcción final de la unidad didáctica a la luz de la metodología basada en la resolución de problemas.

- Hay que conseguir una claridad conceptual del tema antes de abordar la resolución de problemas. Es un error pensar que con la resolución de problemas se afianzarán aquellos contenidos que no se han comprendido. En este sentido, opina Pozo *et al.* (1994), que la solución estratégica de un problema requiere de una serie de destrezas previamente adquiridas, pero por el contrario no suele ser cierto que un ejercicio puede resolver las dudas que al respecto presente un alumno. Para potenciar el proceso se puede recurrir a la elaboración de mapas conceptuales (Portolés *et al.* 2009).
- Un problema solo existe para quien se lo toma como tal, por tal motivo gran parte del desempeño de los estudiantes antes determinados problemas depende de su predisposición hacia la resolución de los mismos. Un alto sentido de compromiso mejora ostensiblemente los resultados que se pueden obtener (Pozo *et al.* 1994). De modo que para facilitar la resolución resulta un eje fundamental la motivación que imprima el docente a su problema. La mejor manera de alcanzarla es utilizando contenidos contextualizados, planteando ejercicios no monótonos, sino por el contrario ejercicios impredecibles, y que sorprendan al estudiante.
- Se debe estimular un estudio profundo de los contenidos planteados por los textos: confrontaciones, explicaciones y relaciones de los contenidos. Esto podría conllevar a

cambios en los hábitos de estudio y aprendizaje de los estudiantes (Ferguson *et al.*, 1990).

- La metodología tradicional no es compatible con la consecución del aprendizaje significativo, ni con el fomento de habilidades cognitivas de alto nivel. De esta manera, se debe propender por un desarrollo de habilidades básicas (centrado en la comprensión lectora y en el desarrollo de la propia comprensión) y en el razonamiento científico (explicar, razonar, interpretar, tomar decisiones) (Portolés *et al.* 2009).
- Los docentes deberán estar en la capacidad de asignar trabajo individualizado y/o en pequeños grupos a aquellos estudiantes que se cataloguen como pobres en razonamiento formal, para que sean trabajados por éstos y busquen desarrollos cognitivos de nivel superior (Portolés *et al.* 2009).
- “El trabajo en grupo en el aula debería ser diseñado para maximizar su función sociocognitiva, de modo que pueda producirse un conflicto beneficioso. La colaboración entre estudiantes tiene que basarse en el intercambio de ideas y opiniones”. El agrupamiento heterogéneo de estudiantes de diferente habilidad en la resolución de problemas mejora el rendimiento del grupo” (Portolés *et al.* 2009).
- Hay que promover un desarrollo cualitativo inicial de los problemas, antes de detenerse en los aspectos procedimentales del mismo. En este sentido es oportuno extraer en primera instancia los conceptos subyacentes, sus relaciones y límites. Dichos análisis se pueden realizar de manera paralela mientras los estudiantes resuelven los problemas, y se privilegia de éste modo el razonamiento no matemático.
- Se debe evitar la sobrecarga de la memoria de trabajo del estudiante. Lo anterior se puede lograr disminuyendo el número de datos y variables que se plantea en los problemas.
- Resolver problemas abiertos (sin datos numéricos, sin metodología prefijada) reduce la carga cognitiva (Portolés *et al.* 2009).
- “Instruir a nuestros alumnos con textos que presenten los nuevos conceptos interrelacionados y organizados, mediante estructuras lingüísticas de baja complejidad léxico-sintáctica, así como facilitar la integración de los nuevos conceptos en sus esquemas previos de conocimiento, favorece la elaboración de modelos mentales para resolver problemas.” (Portolés *et al.* 2009).
- “El progreso en el aprendizaje de los estudiantes con baja capacidad de memoria de trabajo puede ser sustancialmente mejorado mediante la reducción de la demanda de memoria de trabajo en las actividades de aula” (Portolés *et al.* 2009). Al respecto podemos mejorar sus procesos cuando se dan las instrucciones lo más breves posibles, reduce la complejidad lingüística de las frases (trocear las frases), además de proporcionar apoyos a la memoria.
- Proponer actividades metacognitivas como parte del currículo, velando por actividades de conocimiento declarativo, procedimental, situacional, esquemático, etc. Lo anterior como mecanismo útil en la metodología de resolución de problemas.

4 Unidad didáctica

La presente unidad didáctica se diseñó tomando como referencia a San Martí (2000).

4.1 Objetivos

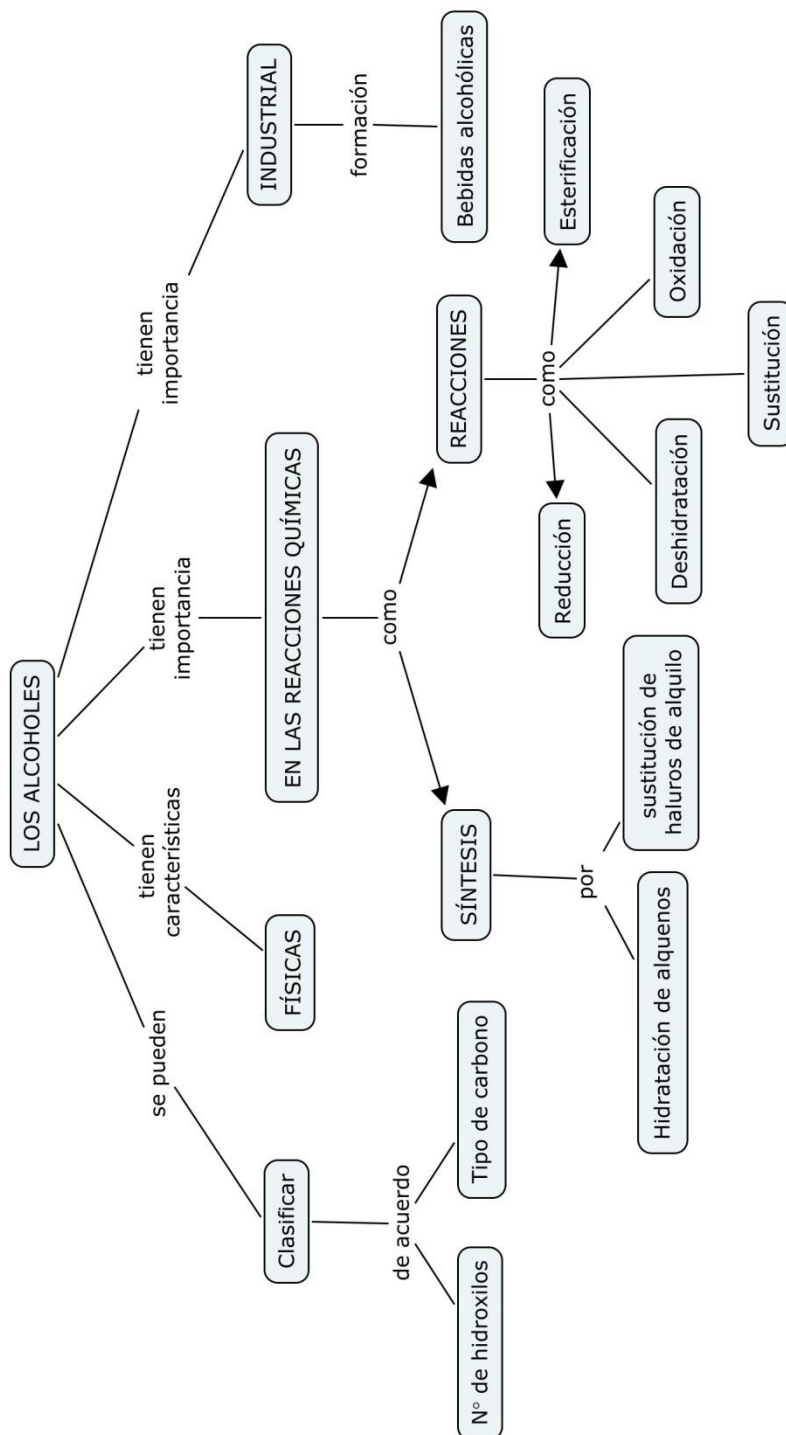
Al finalizar la unidad didáctica, el estudiante tendría que haber desarrollado la capacidad de

1. Resolver problemas en los que se incorporan los distintos tipos de reacciones químicas de los alcoholes, dejando claro además, los nombres de las sustancias involucradas en cada proceso.
2. Explicitar los fenómenos físicos y químicos que produce el etanol cuando ingresa en el cuerpo humano.
3. Identificar la importancia comercial de los alcoholes.

4.2 Contenido

El contenido propuesto para la unidad didáctica se encuentra relacionado en el siguiente mapa conceptual:

Figura 4-1: Contenido de la unidad didáctica



4.3 Actividades a realizarse

1. **Actividad de Iniciación:** tiene por objetivo definir, introducir y motivar el tema objeto de estudio, con el fin de generar expectativas en los estudiantes, que facilite el proceso de enseñanza aprendizaje.

En esta actividad, se someterá el grupo de estudiantes a un video obtenido de la página de la Universidad de Antioquia, producido por la Vicerrectoría de Docencia, el Instituto de Química y el Departamento de Servicios Audiovisuales de la Universidad de Antioquia. En el, se observan antecedentes históricos, aplicaciones desde la industria y un breve panorama conceptual; ideal para introducir el tema en cuestión.

El video, de acceso libre, se puede observar a través de: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/glossary/view.php?id=68158&mode=cat&hook=157>

Al final de la actividad, el grupo de estudiantes tendrá una visión global del tema a tratar, así como varios interrogantes, que ayudarán a guiar el proceso educativo.

La escogencia del video se hizo por la relevancia con los objetivos planteados para la unidad didáctica y el amplio panorama que muestra; debido a que, no solo plantea el alcohol desde la concepción consumista de las bebidas alcohólicas, sino que esboza su amplia utilidad en productos de nuestro diario consumo.

2. **Actividad de evolución conceptual:** Permitirá establecer nuevos puntos de vista frente al tema objeto de estudio, así como brindar soporte a los estudiantes sobre la manera de resolver los problemas o tareas planteadas, atributos que les permitirán definir los conceptos, y relaciones entre conocimientos anteriores y nuevos (San Martí, 2000).

Se elaborarán dos actividades:

La primera, es un taller aplicativo del contenido revisado en clase sobre nomenclatura, reacciones de síntesis y propiedades químicas de los alcoholes (ver anexo B). El desarrollo de dicha actividad, debe conllevar a que los estudiantes adquieran destreza en la resolución de problemas relacionados con la nomenclatura y las reacciones químicas de los alcoholes. Teniendo en cuenta la metodología de resolución de problemas, algunas de las cuestiones planteadas requerirán de habilidades cognitivas de alto nivel, en cuyo caso, se deberán apoyar en los procedimientos planteados por Pozo *et al.* (1994), y descritos en este documento (ver Procesos cognitivos en la resolución de problemas. Página 31) para la resolución de los problemas.

La segunda, muestra los efectos físicos y psíquicos del consumo del alcohol. Esta actividad se desarrollará mediante un video titulado "alcohol y cerebro". El video es de acceso libre y fue rescatado del portal de Youtube®. Dicho video se encuentra dividido en tres partes subtituladas cada una: alcohol y cerebro parte 1, parte 2 y parte 3. Como actividad de transferencia, permite al conjunto de estudiantes aplicar los conceptos aprendidos a situaciones comunes para ellos, como lo es la ingestión de bebidas alcohólicas y toda la sintomatología mostrada tras dicha ingestión y por procesos metacognitivos, valorar y analizar la información entregada, en un nuevo momento de formación de preguntas orientadoras del proceso educativo.

- 3. Actividad de transferencia a otros contextos:** “este tipo de actividades están orientadas a transferir las nuevas formas de ver y explicar a nuevas situaciones, más complejas que las iniciales” (San Martí, 2000).

La actividad que se precisa, busca articular el saber conceptual con alguna de las aplicaciones industriales que se posee en nuestro contexto, particularmente, lo relacionado con la Industria licorera del Huila. Para dicho efecto, se realizará una visita a la planta de producción del Aguardiente Doble Anís®. En dicha visita, se desarrollará una guía de trabajo (ver anexo C), y como parte final, cada estudiante elaborará un artículo científico.

4.4 Metodología

La unidad didáctica se ejecutará en un total de once (11) sesiones, de 50 minutos cada una; estas once sesiones ocuparan un total de cuatro semanas: cada una con tres sesiones.

A continuación se discrimina la forma como se abordará cada una de estas sesiones:

Primera sesión:

Se presenta al grupo de estudiantes la actividad de iniciación explicada anteriormente (página 37). Para dicha actividad, se le entregará a cada estudiante una guía de observación (Ver anexo A) en la cual se recogerán inicialmente las impresiones de los estudiantes frente al tema alcoholes. Para este primer momento se darán 10 minutos a los estudiantes. Posteriormente, se procederá a mostrar el video, el cual tiene una duración de 26 minutos. Al finalizar, se le otorgarán 10 minutos para que contesten las preguntas consignadas en la guía. Al finalizar la sesión se recogerá la guía.

Con este conjunto de preguntas se recogerán las impresiones iniciales de los estudiantes frente al tema, sus dudas y sus errores conceptuales, lo que permitirá guiar mejor el proceso educativo.

Antes de finalizar la sesión se le solicitará al estudiantado que consulte cuales son las propiedades físicas y las características de los alcoholes. Producto de dicha revisión, los estudiantes deben elaborar un mapa conceptual.

Segunda sesión:

Se comienza la sesión revisando los mapas conceptuales hechos por los estudiantes. Paso siguiente se abrirá un debate sobre la importancia de la consulta y a su vez, se aclararán las dudas que existan al respecto.

En la segunda parte de la clase, se realizará una síntesis de los acontecimientos históricos más relevantes que conllevaron al descubrimiento, síntesis y destilación del alcohol. Dicha síntesis se hará en forma de exposición, utilizando para ello, una presentación de diapositivas proyectadas en videobeam.

Tercera, cuarta y quinta sesión:

Se comenzará la explicación de los temas de nomenclatura y reacciones químicas; alternando la metodología tradicional, con bloques de preguntas que permitan aclarar las dudas que vayan surgiendo del tema explicado (de acuerdo con la metodología de resolución de problemas, no se puede utilizar la metodología tradicional: al respecto, se opta inicialmente por hacer una aclaración utilizando el modelo transmisionista, porque es al cual están acostumbrados los estudiantes y hacer un cambio súbito de metodología puede generar traumatismos, motivo por el cual, la nueva metodología se ira integrando paulatinamente).

Sexta sesión:

Se realizará la primera actividad de evolución conceptual, que consiste en un taller aplicativo, que servirá para afianzar el tema de nomenclatura y reacciones químicas. Este taller se realizará teniendo en cuenta el aprendizaje colaborativo de la siguiente manera: durante los primeros 10 minutos de clase, cada estudiante medirá sus habilidades frente al tema, al realizar el taller de manera individual; posteriormente, se formaran grupos de tres personas, velando por que los grupos se organicen de manera heterogénea (estudiantes adelantados, con estudiantes no aventajados), aquí servirá como mecanismo clasificador, el trabajo individual realizado al comienzo de la actividad, el cual permitirá conocer las condiciones en las que se encuentra cada estudiante; adicionalmente, se debe tener cuidado con que no exista interacciones entre los estudiantes “problemáticos”, de esta manera cada grupo trabajará de forma independiente y no se distraerá en actividades ajenas al desarrollo de la clase.

Al finalizar la clase se aclarará que los ejercicios que no fueron comprendidos por los grupos serán socializados la siguiente clase, lo anterior como un mecanismo para evitar la copia de ejercicios.

Nota: al comienzo de la sesión se comentará que a cada grupo de trabajo se le asignará una nota por la forma y disposición que tengan durante el trabajo, más que por los alcances finales; aunque, si algún grupo logra terminar, se le dará una valoración adicional, y a estos estudiantes se les pondrá como labor, ayudar a los grupos con mayores dificultades.

Séptima sesión:

Con el fin de resolver las dudas que se hayan podido generar en la resolución del taller, se utilizará esta sesión para aclarar grupalmente las dudas que existan respecto al taller. En el momento del afianzamiento conceptual, se volverá a explicar la forma adecuada de resolver problemas, siguiendo el modelo en resolución de problemas (ver Procesos cognitivos en la resolución de problemas. Página 31). De esta manera se fortalecerá la estrategia en resolución de problemas, siguiendo el modelo planteado en este trabajo.

Octava sesión:

Se realizará la segunda actividad de evolución conceptual (ver página 37). Al finalizar esta actividad se establecerá un debate con los estudiantes en torno a las preguntas:

- ¿Por qué consumen alcohol los adolescentes?
- ¿Qué efectos sociales y físicos produce el consumo excesivo de alcohol?, ¿De qué manera podemos evitarlos?

Durante el debate, se aprovecharán las preguntas para explicar la forma de actuar del etanol en nuestro cuerpo, así como las diversas enfermedades físicas que puede desencadenar el consumo excesivo de estas.

Novena sesión:

Se visitará la Industria licorera del Huila, sitio donde se produce el aguardiente Doble Anís®. En ella se desarrollará la guía de la actividad de transferencia a otros contextos (ver anexo C). Se dejará claro a los estudiantes que se debe realizar un informe de la visita, el cual debe contener algunos de los criterios utilizados por la revista de química de la Universidad Nacional de Colombia, que podrán revisar en la página de YouTube en el link <http://www.youtube.com/watch?v=VMLWugYzPgs> . Para la elaboración y entrega del informe los estudiantes tendrán siete días calendario contados a partir del día de la visita.

Décima sesión:

Se realizará una evaluación escrita, en la cual se revisará los alcances mostrados por los estudiantes en esta unidad didáctica. Para la evaluación se clarificará a los estudiantes los objetivos de la evaluación; en este caso, los objetivos de la evaluación coinciden con los de la unidad didáctica; para que los educandos tengan claridad de los temas a repasar.

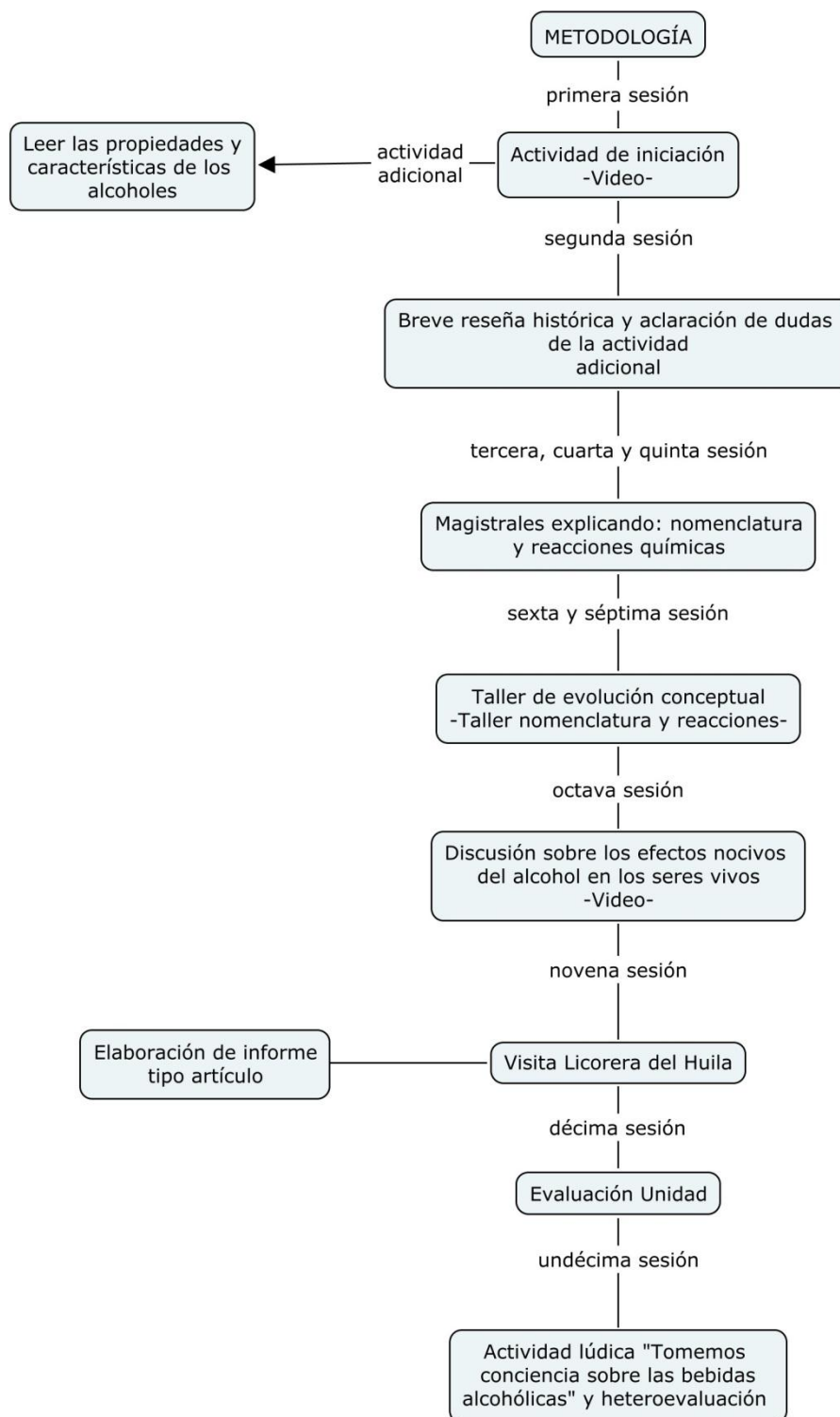
La evaluación se construirá teniendo en cuenta las pautas de resolución de problemas utilizadas durante el taller y en las clases.

Undécima sesión:

Durante la primera parte se realizará una actividad lúdica que conlleve a la reflexión sobre los efectos sociales del consumo de bebidas alcohólicas. Para finalizar, se les pedirá a los estudiantes que llenen un formato de evaluación (que contiene una heteroevaluación), con el que se podrá conocer los alcances obtenidos y los aspectos a mejorar de la unidad didáctica (ver anexo D).

A continuación se muestra un mapa resumen de la metodología.

Figura 4-2: Resumen de la metodología



Bibliografía

- [1]. Asimov, I. (s.f.) *El secreto del universo y otros ensayos científicos*. Biblioteca científica Salvat.
- [2]. Blanco, A., Guijarro, F., Pozas, R. & Uraga C. (s.f.) Origen y evolución del término “alcohol”. Grupo QUIMESCA.
- [3]. Blas, L. (1947) *Biografías y descubrimientos químicos*. Rollán, San Bernardo: Madrid.
- [4]. Brown, T.H., Eugene, L., Bruce, E.B. & Catherine, J.M. (2009) *La ciencia central* (11 Ed.) Pearson Educación, Inc.
- [5]. Campanario, J. & Moya, A. (1999) *¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendencias y Propuestas*. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. 2, 179 – 192.
- [6]. Casanueva, E., Kaufer, M., Pérez, A.B. & Arroyo, P. (2008) *Nutriología médica* (3^{ra} Ed.). México D. F.: Editorial Médica Panamericana.
- [7]. Gual, A. (2002). Monografía alcohol. *Adicciones*, 14.
- [8]. Lehninger, D. & COX M. (2005) *Principios de Bioquímica* (4^a Ed.). España: Ediciones Omega.
- [9]. Martínez, A., & Rábano, A. (2002). Efectos del alcohol etílico sobre el sistema nervioso. *Revista española de patología*, 35(1), 63-76.
- [10]. McMurry, J., Castellion, M., Ballantine, D.S., Hoeger, C.A. & Peterson, V.E. (2010) *Fundamentals of general, organic, and biological chemistry* (6th Ed.) Pearson Educations, Inc.

-
- [11]. Miguéz, L. R. (1998) *El vino y la alimentación. Asociación de Licenciados en Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Galicia (ALTAGA)*, Vol. 2, No. 2, pp. 100 – 107.
- [12]. Portolés, S., Josep, J., López, S. & Vicent. (2009) *Conocimientos y procesos cognitivos en la resolución de problemas de ciencias: consecuencias para la enseñanza*. Revista internacional de investigación en educación. Recuperado el 2 de febrero de 2012 de la base de datos ebrary.
- [13]. Pozo, J., Pérez, M., Dominguez, J., Gómez, M., & Postigo, Y. (1994) *La solución de problemas*. Aula XXI, Editorial Santillana.
- [14]. Resolución 414 de 2002 Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- [15]. Rodés, J., Benhamou, J.P., Bircher, J., McIntyre, N. & Rizzeto, M. (2001) *Tratado de hepatología clínica*, volume II (2ª Ed.). Editorial Masson.
- [16]. San Martí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En Perales, F.J. y Cañal, P. (Eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Ed. Marfil. P. 239-266.
- [17]. Vallee, B. L. (1998, agosto) *El alcohol en el mundo occidental*. *Revista investigación y ciencia*, 263, pp. 56 – 61.
- [18]. Veglia, S. (2007) *Ciencias naturales y aprendizaje significativo*. Buenos Aires: Ediciones novedades educativas.
- [19]. Wade, L.G. (2004) *Química Orgánica*. (5ta Ed.). Madrid, España: Pearson Educación, S.A.

A. Anexo: Guía de observación del video "alcoholes"

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Nombre _____ Fecha _____

Conteste las siguientes preguntas, antes y después de observar el video "Alcoholes":

Antes de observar el video Tiempo disponible: 10 minutos	Después de observar el video
1. ¿Qué son los alcoholes?	
2. ¿Qué tipos de alcoholes conoce?	
3. ¿Qué utilidad tienen los alcoholes en nuestra vida?	
4. ¿Conoces alguna forma de obtención de los alcoholes?	

Responda los siguientes interrogantes de acuerdo con lo observado:

5. De donde proviene la palabra alcohol.

6. Menciona tres características de los alcoholes.

7. Menciona cinco tipos de alcoholes y la utilidad que tienen.

8. Explica, ¿cómo se realiza el proceso de la destilación?

9. Explique, ¿cómo se realiza el proceso de la fermentación láctica y alcohólica?

10. ¿Cómo se pueden clasificar los alcoholes?

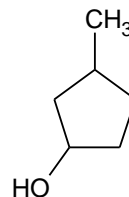
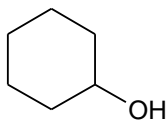
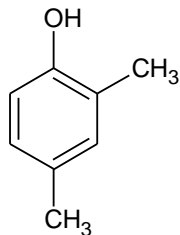
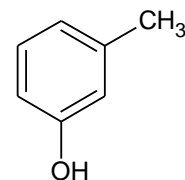
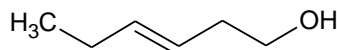
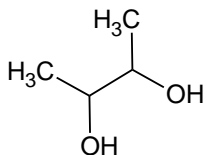
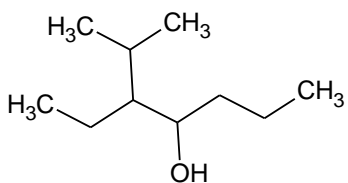
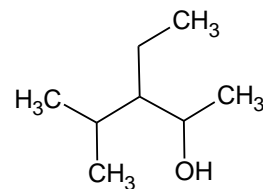
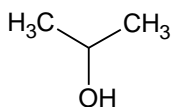
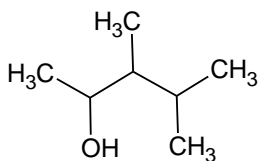
11. ¿Cuál es la función de las levaduras en la fermentación?

B. Anexo: Taller de nomenclatura y reacciones químicas

TALLER QUÍMICA GRADO UNDÉCIMO: Nomenclatura Y Reacciones De Los Alcoholes

Nombre _____ Fecha _____

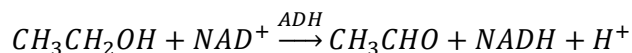
- 1- Nombre los siguientes compuestos teniendo en cuenta las reglas de nomenclatura de la IUPAC:



- 2- Complete el siguiente cuadro. Indicando en cada caso, el tipo de reacción y el producto mayoritario de la reacción. Adicionalmente, escriba el nombre de cada especie química participante en cada reacción.

Reactivos	Tipo de reacción	Producto
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{I} + \text{H}_3\text{C}-\text{OH} \longrightarrow$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightarrow[\text{CH}_2\text{Cl}_2]{\text{PCC}}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow[\Delta]{\text{H}_2\text{SO}_4}$		
$\text{Cyclopentane ring}-\text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$		
$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \xrightleftharpoons{\text{H}_2\text{SO}_4}$		

- 3- La fermentación láctica es un proceso de oxidación que se realiza de forma anaerobia, en ella se produce ácido láctico (ácido 2-hidroxi-propanoico) a partir de glucosa; para que este proceso se pueda realizar, se requiere la presencia de algunas bacterias que son las responsables de la oxidación del carbohidrato. De acuerdo con el anterior enunciado, ¿proponga una reacción química que muestre el proceso de la fermentación?
- 4- El alcohol etílico se metaboliza en el cuerpo humano formando acetaldehído de acuerdo con la siguiente reacción:



El 90 % del alcohol consumido es metabolizado por el hígado y transformado inicialmente en acetaldehído y posteriormente en dióxido de carbono y agua. Un individuo de 70 kg consume durante una noche 300 mL de una bebida alcohólica que se encuentra al 21% m/v. ¿Determine la cantidad de alcohol ingerido que se metaboliza a acetaldehído?

C. Anexo: Guía de visita a la Licorera del Huila

GUÍA DE OBSERVACIÓN: Visita a la Industria Licorera del Huila	
Nombre: _____ Fecha: _____	
N°	Preguntas
1	¿De qué manera se obtiene y purifica el agua para los productos de la Licorera?
2	¿Qué tipo de productos se producen en la Licorera? Menciónelos.
3	¿Qué técnica se utiliza para la obtención del etanol en la Industria? Explíquela.
4	¿Cuáles son los controles de calidad que se utilizan en la Industria para regular la producción del aguardiente Doble Anís®?
5	¿De que manera se limpian y purifican los envases en los que se empacan los productos que se producen en la empresa?

6	Explique el proceso de producción del aguardiente Doble Anís®.
7	¿Cómo se realiza el mercadeo de los productos expendidos por la Industria Licorera?

D. Anexo: Formato de heteroevaluación

Formato De Heteroevaluación De La Unidad Didáctica De Alcoholes						
Grado:			Fecha:			
Escala de cualificación			Rango de cualificación			
Desempeño superior			4			
Desempeño alto			3			
Desempeño básico			2			
Desempeño bajo			1			
N°	Indicador	Puntaje				Valor
		1	2	3	4	
Estrategias pedagógicas y didácticas	Los talleres fueron claros y permitieron su mejoramiento conceptual.					
	Los videos expuestos fueron interesantes y motivaron el estudio de las temáticas.					
	La visita a la Industria Licorera Del Huila, como actividad académica, fue enriquecedora.					
Metodología	La estrategia adoptada para la resolución de los talleres fue buena.					
	La manera como se abordó la resolución de problemas fue la adecuada y permitió el apropiamiento de la metodología.					
	Se promovió la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje.					
	Realiza un manejo adecuado del tiempo en el desarrollo del curso y las distintas actividades planeadas					
Conocimiento	Establece relación entre su materia y demás asignaturas del Plan de Estudio y con la Profesión.					
	Expresa con claridad y pertinencia los saberes e incorpora los últimos conocimientos en el desarrollo de la temática que enseña.					
Evaluación	Permite la construcción colectiva del saber, mediante el debate y la reflexión grupal.					

	Las acciones evaluativas implementadas por el docente, guardan relación directa con los objetivos de aprendizaje planeados y desarrollados.					
	Promueve y controla el cumplimiento de los compromisos de aprendizaje, adquiridos por los estudiantes.					
Relación docente - educando	El docente es equitativo en el trato con los estudiantes y muestra respeto por las diferentes formas de pensar, sentir y actuar.					
	Realiza acciones encaminadas a atender sus necesidades individuales de aprendizaje.					
	Promueve relaciones interpersonales regidas por la tolerancia, el respeto mutuo y la colaboración.					
Promedio total						