Formación científica natural y matemática GRADO 11

Ministerio de Educación Nacional
Calle 43 No. 57 - 14 Bogotá, D.C.
Teléfono: 222 28 00
www.mineducacion.gov.co
www.colombiaaprende.edu.co

FORMACIÓN CIENTÍFICA NATURAL Y MATEMÁTICA | GRADO 11

Formación científica natural y matemática

GRADO 11

La educación es de todos
Mineducación

La educación es de todos
Mineducación

Formación científica natural y matemática

GRADO 11

La educación es de todos
Mineducación

La educación es de todos | Mineducación

Ministerio de Educación Nacional de Colombia

María Victoria Angulo González
Ministra de Educación Nacional

Constanza Alarcón Párraga
Viceministra de Educación Preescolar, Básica y Media

Sol Indira Quiceno Forero
Directora de Cobertura y Equidad

Sandra Patricia Bojacá Santiago
Subdirectora de Permanencia

Clara Helena Agudelo Quintero
Coordinadora grupo educación en el medio rural y para jóvenes y adultos - Subdirección de Permanencia

Luis Mauricio Julio Cucanchón
Profesional especializado Subdirección de Permanencia

Luz Yenny Hernández Robayo
Maricel Cabrera Rosero
Jorge Eduardo Morales
Equipo técnico Subdirección de Permanencia

En la creación, diseño y edición inicial del Módulo de Formación Científica Natural y Matemática Grado 11, intervinieron las siguientes personas:

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Carlos José Gil J.
Decano Facultad de Educación

Ángel Ignacio Ramírez C.
Concepción y orientación general
Coordinador del Proyecto

Emiliano Almeida
Henry Martínez Suárez
Deyci Rocío Rodríguez Cordero
Luis Humberto Sierra Pérez
Autores

© 2004 Ministerio de Educación Nacional
Todos los derechos reservados

© 2007 Ministerio de Educación Nacional

© 2009 Ministerio de Educación Nacional
Todos los derechos reservados

En la adaptación y actualización del Módulo de Formación Científica Natural y Matemática Grado 11, para su edición inicial 2011, intervinieron las siguientes personas:

FUNDACIÓN NUEVOS SENTIDOS PARA EL DESARROLLO INSTITUCIONAL, SOCIAL Y ECONÓMICO

María Fernanda Osorio F.
Directora General

Ángel Ignacio Ramírez C.
Coordinación Pedagógica

Luz Marina Prieto Medina
Marysol Ramírez Rincón
Autor

LEÓN GRÁFICAS LTDA

Diseño de portada e interior y edición

Impreso por Panamericana Formas e Impresos S.A.

© 2011 Ministerio de Educación Nacional
Todos los derechos reservados
Prohibida la reproducción total o parcial, el registro o la transmisión por cualquier medio de recuperación de información, sin permiso previo del Ministerio de Educación Nacional.

© Ministerio de Educación Nacional
ISBN: 958-691-280-9
2011 Cuarta edición adaptada, revisada, actualizada y cualificada

Contenido

Orientaciones para Estudiantes 9

MOMENTO UNO: Desarrollemos pensamiento crítico 13

1. Estrategia: Indaguemos nuestra realidad 13

2. Propósitos 23

   A. Competencias laborales generales 23
   B. Competencias de Química y Biología 23
   C. Competencias de Matemáticas 23
   D. Competencias de Física 24

3. Conocimientos del campo científico natural y matemático para el desarrollo del ciclo de aprendizaje 24

   A. A nivel de Química y Biología 24
   - El carbono y los procesos productivos 24
   - La Química orgánica 25
   - Notación y nomenclatura en la química orgánica 38
   - Hidrocarburos en la naturaleza 45
   - Alcoholes, fenoles, éteres y epóxidos 66
   - El grupo carbonilo – aldehídos y cetonas 83

   B. A nivel de Matemáticas 92
   - Las probabilidades y sus aplicaciones 92
   - Definiciones fundamentales de probabilidad 94
   - Expresión de la probabilidad 96
   - Eventos mutuamente excluyentes y eventos no excluyentes 98

- Reglas de adición 99
- Eventos independientes, eventos dependientes y probabilidad condicional 100
- Reglas de multiplicación 102
- La probabilidad conjunta 104
- Permutaciones 105
- Combinaciones 107

C. A nivel de Física 108
- Temperatura, calor, termodinámica y procesos productivos 108
- Medida de la temperatura 110
- Equilibrio térmico y calor 114
- Equivalente mecánico del calor 115
- Los cambios de estado 116
- Termodinámica 118
- Energía interna de un sistema 119
- Primera ley de la termodinámica 120
- Segunda ley de la termodinámica 123

MOMENTO DOS: Desarrollemos pensamiento planificador 127

1. Estrategia: Formulemos un Proyecto de Inversión Productiva –PIP- y configuremos una Organización de Inversión Productiva –OIP- 127

2. Propósitos 132

A. Competencias laborales generales 132
B. Competencias de Química y Biología 132
C. Competencias de Matemáticas 133
D. Competencias de Física 133

3. Conocimientos del campo científico natural y matemático para el desarrollo de los ciclos de aprendizaje 133

A. A nivel de Química y Biología 133
- Moléculas, vida y productividad 133
- La estructura de la naturaleza y sus ciclos 168

- Nuestra población y el medio ambiente 169
- ¿Cómo interaccionan las comunidades? 180
- ¿Cómo Experimentar un Ecosistema? 197

B. A nivel de Matemáticas 216
- Los Números reales y funciones 216
- Funciones 223
- Operaciones con funciones 231

C. A nivel de Física 233
- La mecánica ondulatoria y medios comunicación 233
- Movimiento periódico 236
- Movimiento armónico simple 236
- Movimiento pendular 240
- Movimiento ondulatorio 242
- Fenómenos ondulatorios 245
- Acústica 250

MOMENTO TRES: Desarrollemos pensamiento productivo 259

1. Estrategia: Ejecutemos el Proyecto de Inversión Productivo -PIP- y desarrollemos la Organización de Inversión Productiva 259

2. Propósitos 264

A. Competencias Laborales Generales 264
B. Competencias de Química y Biología 264
C. Competencias de Matemáticas 265
D. Competencias de Física 265

3. Conocimiento del campo científico natural y matemático para el desarrollo de los ciclos de aprendizaje 265

A. A nivel de Química y Biología 265
- El grupo carboxilo – ácidos y sus derivados 266
- Derivados funcionales de los ácidos orgánicos 275
- Haluros de Acilo 277
- Anhídridos de ácidos orgánicos 279

- Amidas en el medio agrícola 282
- Cianuros o nitrilos 287
- Aminas 292
- Vitaminas y hormonas 300

B. A nivel de matemáticas 305
- Límites y continuidad 307
- Limites unilaterales 309
- Significado de límite 310
- Teorema sobre límites 310
- Límites al infinito 314
- La derivada 317
- Cociente de la diferenciación 320
- Derivada del seno y del coseno 324
- Derivadas implícitas 328

C. A nivel de física 329
- Electricidad y magnetismo 329
- Electrostática 330
- La ley de Coulomb 331
- Campo eléctrico producido por una carga puntual 335
- Campo eléctrico uniforme 336
- El potencial eléctrico 337
- Potencial Eléctrico Producido por una Carga Puntual 338
- La capacidad eléctrica 341
- Fuentes de energía eléctrica o generadores 343
- La ley de Ohm 347
- Circuitos eléctricos con resistencias 348

MOMENTO CUATRO: Desarrollemos pensamiento prospectivo 359

1. Estrategia: visionemos alternativas de futuro 359

2. Propósitos 363

A. Competencias laborales generales 363
B. Competencias de química y biología 363
C. Competencias de matemáticas 363
D. Competencias de física 364

3. Conocimientos del campo científico natural y matemático para desarrollar el ciclo de aprendizaje 364

A. A nivel de química y biología 364
- Cuidemos nuestro ecosistema 364
- La naturaleza antes de actuar sobre ella 375
- Construyendo instalaciones con la ayuda de la ciencia 375
- Dentro de cinco años 377
- Hipótesis de Gaia 378

B. A nivel de matemáticas 380
- Aplicación de las derivadas 380
- Puntos de inflexión de una curva 381

C. A nivel de física 386
- Óptica geométrica 386
- Los espejos planos 388
- Imágenes en espejos planos 390
- Espejos esféricos 393
- Refracción de la luz 402
- Lentes 409
- Rayos notables en una lente divergente 414
- Formulas para las lentes 414
- Óptica física 415
- Dispersión de la luz 417
- El ojo humano 418

Referencias 421

Orientaciones para Estudiantes

Bienvenidos a la Educación Media: momento importante para proyectarnos hacía la educación superior o al mundo de la vida productiva

El nivel de la Educación Media tiene desafíos diferentes al de Educación Básica, y por tanto, encontraremos a lo largo de este Módulo, estrategias de aprendizaje diferentes, que enriquecerán los procesos formativos que vienes desarrollando a lo largo de tu proceso educativo. Seguramente, si provienes de los modelos educativos de Postprimaria o Telesecundaria, no notarás tanta diferencia.

El Modelo de Educación Media Rural –EMR-, apoyado por estos módulos, busca garantizar una educación de calidad que responda tanto a los estándares educativos nacionales como a las demandas y expectativas de los pobladores del sector rural, en un diálogo coherente con la vida cotidiana y de manera particular, con el mundo productivo, de cara a los desafíos de vida del siglo XXI.

La idea fundamental que nutre este Modelo Educativo se orienta a lograr que, como jóvenes, desarrollemos una mentalidad crítica, planificadora, productiva y prospectiva, necesaria para avanzar en la construcción de mejores condiciones de vida, tanto personales como colectivas.

Con este Modelo, hagamos el compromiso de alcanzar lo siguiente:

- *Comprender críticamente el contexto en donde vivimos*. Para ello, con la orientación de los y las profesoras, asumamos el estudio sistemático de nuestro entorno a partir de las propuestas teóricas que brindan los saberes escolares para entenderlo.

- *Apropiarnos de las competencias necesarias para asumir el desafío de plantear alternativas* de intervención sobre el entorno, a través de la Institución Educativa, mediante la formulación y ejecución de un Proyecto de Inversión Productiva –PIP- y la conformación de una Organización de Inversión Productiva –OIP-. A la vez, convertir estos proyectos en un semi-

llero de interrogantes y necesidades de aprendizaje, con los cuáles de la mano con los profesores llegaremos a los saberes que requerimos.

- *Trabajar los contenidos expuestos en cada Módulo, en particular, y en todos los módulos en general*, según el plan de estudio concertado con los docentes, con el fin de apoyarnos en las nociones y conceptos que allí se exponen y que nos permiten comprender y explicar los diferentes problemas de conocimiento que van surgiendo con el desarrollo del PIP y la OIP; lo mismo, en el desenvolvimiento de la vida cotidiana.

De este modo, lograremos la estructuración de formas de pensar, sentir y desear y actuar en torno al futuro que deseamos, en principio en nuestro territorio y después, fuera de él. Así, alimentaremos un pensamiento prospectivo que nos permitirá anticipar un tanto el futuro y, por ende, visualizar proyectos de vida.

Consecuentemente, estos módulos son un apoyo más para los aprendizajes que debemos desarrollar a lo largo del año escolar en los cuatro *momentos* que determina el Modelo Educativo, a saber:

- Momento uno: Desarrollemos pensamiento crítico
- Momento dos: Desarrollemos pensamiento planificador
- Momento tres: Desarrollemos pensamiento productivo
- Momento cuatro: Desarrollemos pensamiento prospectivo

Los conocimientos se organizan en torno a cada uno de estos *momentos*, sin embargo, es posible que de acuerdo con el *plan de estudio concertado* no se dé una plena correspondencia entre este *plan* y los conocimientos expuestos en el respectivo módulo y *momento*. En tal sentido, quién ordena el abordaje de dichos conocimientos y, por ende, de los aprendizajes, no es el módulo sino el *plan de estudio* acordado.

Por lo tanto, se pretende que el apoyo en los módulos sea una estrategia más de aprendizaje productivo, de tal forma que la apropiación de los respectivos conocimientos tenga sentido y utilidad en la vida cotidiana; y a la vez, descubrir que es posible trasformar positivamente la realidad, tanto a nivel de pensamiento como del mundo real en donde vivimos.

De esta manera, los módulos no son un plan de estudio a seguir al pie de la letra, ni contienen la totalidad de los Lineamientos y Estándares curriculares; en cambio, como estrategia, son un modo de organizar ciertos aprendizajes para atender el desafío que tenemos de configurar a lo largo de nuestro estudio, ***pensamiento crítico, planificador, productivo y prospectivo.*** *También, la distribución de los conocimientos en los cuatro momentos, puede ser modificada en función de los PIP que se asuman.*

¿Cómo debemos usarlos?

Inicialmente, cuando nos encontremos desarrollando la estrategia denominada "**Indaguemos nuestra realidad**", correspondiente al primer momento del Modelo, podremos acudir al módulo para apoyarnos en sus lecturas, conceptos, nociones e interrogantes, con el fin de abordar los desafíos de conocimiento o necesidades de aprendizaje que vamos planteando durante el desarrollo del Ciclo Lógico de Aprendizaje –CLA- y del *plan de estudio concertado*. Con las ideas allí expuestas y debidas explicaciones del docente, podremos apropiamos de los conocimientos universales y enriquecer la reflexión y comprensión de nuestro entorno.

Este proceder será igual en el desarrollo de cada uno de los momentos del Modelo Educativo, claro está, atendiendo sus particularidades a nivel de propósito y estrategia, con el fin de que los conocimientos apropiados y competencias desarrolladas se constituyen en herramientas para resolver los problemas intelectuales y prácticos que se vayan configurando en cada paso del respectivo CLA. También, para construir proyecciones de vida razonables hacía el futuro, sea en la continuidad de los estudios superiores o en los estudios no formales o informales que nos permiten vincularnos de mejor forma al mundo cotidiano, en tanto mayores de edad: como ciudadanos, como productores y como personas que desarrollamos una vida moral y afectiva propia.

Seguramente en los contenidos que se presentan en cada *momento* de los módulos, no encontraremos todas las respuestas o temas que debemos asumir, según el *plan de estudio* concertado; caso en el cual debemos explorar los contenidos de los otros *momentos* que desarrolla el mismo módulo o en los módulos afines, y de no encontrase lo que requerimos, debemos acudir a las fuentes que nos indique el docente del respectivo Campo de Formación o a las que por iniciativa

propia podamos consultar. Recordemos que estamos en la educación media y que en este nivel debemos *aprender a aprender* con un buen grado de autonomía, el cual será fundamental para desenvolvernos en la educación superior.

Es importante resaltar que cuando se está desarrollando el cuarto o último momento del Modelo, la tarea se centra en buscar nuevos sentidos y alternativas de aplicación del conocimiento apropiado y de hacer más visible las formas de pensar, sentir, desear y actuar con las cuales pretendemos avanzar en los aprendizajes y en el mejoramiento de nuestras condiciones de existencia, tratando de configurar posibles proyectos de vida.

Como puede observarse, el sistema de aprendizaje propuesto se da a partir de la construcción de problemas de conocimiento planteados desde nuestro entorno y desarrollados a la luz de los conocimientos que brindan los diferentes Campos de Formación. En consecuencia, invita a buscar en estos módulos y en todas las fuentes posibles de consulta, los argumentos que necesitamos para la transformación de la realidad según nuestras expectativas de mejoramiento tanto en lo personal como en lo colectivo.

¡Adelante, comencemos con alegría el proceso!

MOMENTO UNO:

Desarrollemos pensamiento crítico

1. Estrategia: Indaguemos nuestra realidad

Preguntémonos sobre la vida cotidiana:

Para iniciar el desarrollo de este capítulo proponemos que con los conocimientos que poseemos, reflexionemos sobre lo que sabemos de nuestra vereda y de las características que hacen de éste nuestro lugar para aprender todos los días.

Tengamos presente que estamos inmersos en un lugar geográfico, social, cultural, religioso, antropológico, filosófico, económico, afectivo, biológicos que nos convierte en individuos diversos con características particulares que compartimos un mismo espacio. Por esto, cada individuo puede percibir, analizar y opinar

diferente con respecto a su entorno, a su vez puede interferir sobre él, en forma consciente, responsable y crítica.

Es el momento entonces, en que nos interrogamos sobre nuestra realidad y debemos hacerlo de tal forma, que realicemos un análisis que nos aproxime a la comprensión de la vida; un lugar que nos permite organizar nuestro pensamiento crítico es precisamente el colegio, es allí donde pasamos la mayor parte de nuestro tiempo aprendiendo y comprendiendo el mundo que nos rodea, dándole sentido a los interrogantes que nos surgen en el camino y es allí donde nuestros maestros nos guían.

El presente modulo está diseñado como un referente para estudiar nuestra realidad de allí es que los surgen necesidades y problemas de conocimiento que ponen a actuar nuestro pensamiento de tal manera que tengamos herramientas para indagar, planear, e intervenir la realidad de acuerdo con los intereses de vida y las necesidades de aprendizaje.

El primer momento consta de una serie de lecturas encaminadas a orientar la formación científica, natural y matemática necesaria para hacer de usted una persona productiva y competente.

Así mismo y con el ánimo de crear una o varias miradas diferentes sobre nuestro mundo cotidiano consideramos de importancia indagar sobre lo siguiente:

El lugar donde vive forma parte del planeta llamado tierra. ¿Donde está ubicada Colombia dentro del planeta?

- Cómo es la ubicación geográfica de su departamento y/o región
- ¿Cómo ubico la vereda?
- ¿Qué características sociales, políticas, culturales, económicas tiene la población que hay en la vereda?
- ¿Qué necesidades tiene la vereda?
- ¿Cómo vive la población?

- ¿Qué es población?
- ¿Cómo crecen las poblaciones?
- ¿Cómo se reproducen?
- ¿Cómo se miden?
- ¿Cómo interaccionan las comunidades?
- ¿Qué es predación?
- ¿Qué es simbiosis?
- ¿Cómo se determina la cantidad de especies en una comunidad?
- ¿Qué hace que una comunidad cambie?
- ¿Son estables las comunidades?
- ¿Qué organismos producen sus propios alimentos?
- ¿Qué organismos no producen sus propios alimentos?
- ¿Qué organismos transforman los alimentos?
- ¿Qué son cadenas alimenticias Tróficas?
- ¿Qué significa la palabra autosostenible? ¿autoorganizado?
- ¿Qué es la atmósfera?
- ¿Cómo es afectada la energía solar por la atmósfera?
- ¿Qué son condiciones metereológicas?
- ¿Cómo fluye la energía solar a los seres vivos?
- ¿Qué es valor energético de una planta?

- ¿Qué es biomasa?
- ¿Cómo se estudia un ecosistema?
- ¿Qué son organismos productores, consumidores, degradadores?
- ¿Es la vida es un sistema organizado?
- ¿Cuándo se habla de contaminación?
- ¿Cómo se contamina?
- ¿Cómo se descontamina?
- ¿Cómo se afectan los seres vivos por la contaminación?
- ¿Qué es la química orgánica?
- ¿Qué es un compuesto orgánico? ¿Inorgánico?
- ¿Se combinan los compuestos orgánicos? ¿qué `propiedades tienen?
- ¿Qué significan los términos: Orbital, molécula, átomo, radical?
- ¿Qué es una fórmula química?
- ¿Qué compuestos orgánicos se utilizan en agricultura? ¿En ganadería?
- ¿Cómo se clasifican los compuestos orgánicos?
- ¿Qué es una estructura molecular?
- ¿Qué es peso molecular?
- ¿Qué es un hidrocarburo? ¿cómo se clasifican? ¿cómo se obtienen? ¿cómo se comportan químicamente?
- ¿Se puede contaminar el medio ambiente con hidrocarburos?
- ¿Qué es la gasolina? ¿el tiner? ¿la cetona? ¿el gas natural?

- ¿De dónde se obtiene la anilina?
- ¿Qué es un polímero?
- ¿Qué tipo de reacción química se produce en un motor?
- ¿Por qué no todos los incendios se pueden apagar con agua?
- ¿Qué es una bebida alcohólica? ¿Cómo se obtiene? ¿Qué efectos produce su ingesta?
- ¿Qué bebidas alcohólicas se producen en la región?
- ¿Por qué se utiliza el alcohol con fines terapéuticos y antisépticos?
- ¿Qué es un aroma? ¿se pueden producir? ¿qué conocimiento se necesitan para producir aromas?
- ¿De dónde se obtienen los perfumes?
- ¿Qué papel cumple la levadura en la fermentación?
- ¿Qué es el formol? ¿para qué se usa?
- ¿La acetona? ¿para qué se usa? ¿por qué está limitado su uso en Colombia?
- ¿Qué es el vinagre? ¿para qué se usa?
- ¿Qué es la urea? ¿para qué se usa?
- ¿Qué es el dacrón?
- ¿cómo se elabora el jabón de tierra?
- ¿Qué es un polímero?
- ¿Cuál es la diferencia entre ácido y amargo?
- ¿Cómo se hacen las cremas?

- ¿Qué es un herbicida? ¿Son efectivos? ¿son nocivos?
- ¿Qué es un insecticida? ¿son efectivos? ¿son nocivos?
- ¿Qué son ácidos orgánicos?
- ¿Qué es el amoníaco?
- ¿Qué tipo de compuestos orgánicos combaten el estrés?
- ¿Qué es el fenobarbital? ¿para qué se usa?
- ¿Qué es la ampicilina? ¿para qué se usa?
- ¿Qué importancia tiene el estudio de los fenómenos ondulatorios?
- ¿Qué utilidad tienen los espejos y los lentes?
- ¿Qué es la electricidad?
- ¿Hay servicio de la energía eléctrica en su región? ¿Cuál es su cobertura?
- ¿Cómo funciona una linterna?
- ¿Qué cobra a los usuarios la empresa de energía eléctrica?
- ¿Para qué se utiliza la energía eléctrica? ¿Cuál es su costo?
- ¿Es importante ahorrar energía eléctrica?
- ¿Qué son fenómenos aleatorios?
- ¿Qué son fenómenos determinísticos?
- ¿Qué estudia la probabilidad?
- ¿Cuáles son las leyes de la termodinámica?

Todos estos interrogantes permiten acercarnos a la realidad del contexto, descubriendo así potencialidades humanas, culturales, naturales, sociales, creativas

en la región, a su vez, se van desarrollando competencias que permitan identificar oportunidades para la planificación y la creación de empresas, ajustadas eso si, a las necesidades observadas.

Lectura: ¿Por qué es importante la Química Orgánica?

Los alquimistas, químicos, farmacéuticos, médicos y técnicos, han trabajado con sustancias que hoy clasificamos como orgánicas, incluso desde que el ser humano manipuló sustancias de la naturaleza, aún sin saber que eran. La combinación del carbono con otros elementos químicos, es materia prima con la cual se ha construido la vida en nuestro planeta. El estudio de la química orgánica permite una mejor comprensión de las funciones fisiológicas de los seres vivos, aspecto estudiado por la bioquímica, así como el estudio de los factores químicos de la alimentación. La fabricación de productos para hacer más habitable las zonas insalubres.

Se han fabricado muchas clases de abonos, fertilizantes e insecticidas, para acelerar, proteger y conservar la producción agrícola y ganadera.

La posibilidad de extraer, purificar y modificar intencionalmente la variedad de compuestos orgánicos, ha permitido el desarrollo de procesos industriales, que han mejorado el nivel de vida de las personas en la civilización actual. Se tienen como derivados de compuestos orgánicos: el papel, telas de algodón, combustibles, lubricantes, droga como la penicilina, vitaminas, proteínas entre otras. Así mismo compuestos orgánicos sintetizados artificialmente como: plásticos, detergentes, insecticidas, pesticidas, fertilizantes, colorantes, algunas fibras como el crayón, rayón, orlón y algunas drogas.

Lectura: El Calor como una forma de energía

Tomada de Física Parte 1, de Robert Resnick y David Halliday

Cuando se juntan dos sistemas cuyas temperaturas son diferentes, la temperatura final que ambos alcanzan tiene un valor comprendido entre las dos temperaturas iniciales. Esta es una observación común. Durante mucho tiempo el hombre ha tratado de entender con mayor claridad tales fenómenos y hasta principios del siglo XIX, se explicaron postulando que en todos los cuerpos existía una sustancia material: *el calórico*. Se creía que un cuerpo cuya temperatura fuese elevada contenía más calórico que otra a menor temperatura. Cuando los dos cuerpos se ponían en contacto, el cuerpo rico en calórico cedía algo de él al otro, hasta que la temperatura de ambos cuerpos fuese la misma. La teoría del calórico podía describir de una manera satisfactoria muchos procesos, tales como la conducción del calor o la mezcla de sustancias en un calorímetro. Sin embargo, el concepto de que el calor es una sustancia, cuya cantidad total permanece constante, no pudo, en última instancia, resistir las pruebas experimentales. No obstante, todavía describimos muchos cambios comunes de la temperatura como la transferencia de "algo" desde un cuerpo de temperatura superior hasta otro

cuya temperatura es menor, y a este "algo" le llamamos calor. La siguiente definición es útil, aunque no es operacional: el *calor es aquello que se transfiere entre un sistema y su medio ambiente en virtud, solamente, de su diferencia de temperaturas.*

Finalmente se llegó a entender por completo la idea de que el calor es una forma de energía y no una sustancia. La primera evidencia concluyente de que el calor no podía ser una sustancia fue dada por Benjamín Thompson (1753 – 1814), un estadounidense que más tarde llegó a ser el Conde de Rumford de Baviera. En un escrito que leyó en la Royal Society en 1798 decía:

Yo… estoy convencido de que el hábito de mantener los ojos abiertos a todas las cosas que ocurren en el curso natural de los aspectos de la vida, a menudo ha conducido, como si fuera por accidente, o en las excursiones tortuosas de la imaginación, a más dudas útiles y esquemas sensibles para la investigación y la mejora, que todas las meditaciones más intensas de los filósofos, en las horas que separan expresamente para el estudio. Fue por accidente que pude hacer los Experimentos que ahora voy a explicar.

Rumford hizo su descubrimiento cuando estaba supervisando el taladrado de cañones para el gobierno bávaro. Para impedir su sobrecalentamiento, el ánima de un cañón se mantenía llena de agua. Esta agua se iba reponiendo a medida que hervía en el proceso de taladrado. Se aceptaba que había que proporcionarle calórico al agua para que hirviese. Se explicaba la producción continua de calórico, suponiendo que cuando una sustancia estaba más finamente subdividida, como en el taladro, su capacidad para retener el calórico se hacía menor, y que el calórico perdido de esta manera era lo que causaba que el agua hirviese. Sin embargo Rumford observó que el agua seguía hirviendo aun cuando las herramientas de taladrar estaban ya tan desgastadas que no podían seguir cortando ni subdividiendo a la materia.

Después de haber eliminado de su experimento toda interpretación posible con el calórico, escribió:

Al pensar sobre este tema, debemos olvidar considerar la notable circunstancia de que la fuente de calor generada por fricción, en estos experimentos, parecía ser evidentemente *inextinguible*… me pareció que sería muy difícil, si no es que imposible, formarse una idea clara sobre cualquier cosa capaz de excitarse y comunicarse en la forma en la que el calor era excitado y comunicado en estos experimentos, excepto que fuese el MOVIMIENTO.

En esta descripción aparecía el germen de la idea de que el trabajo mecánico realizado durante el taladrado era el responsable de la creación de calor. Fueron otros quienes, mucho tiempo después, esclarecieron tal idea. En vez de pensar en la desaparición continua de la energía mecánica y en la creación continua de calor, sin que ninguno de los dos procesos cumpla con principio de conservación alguno, en la actualidad se interpretan como la transformación de la energía de una forma en otra, manteniendo constante la energía total.

Aunque el concepto de energía y su conservación parece hoy en día evidente en sí mismo, fue una idea novedosa nada menos que por los años de 1850 y había eludido a hombres

tales como Galileo y Newton. A lo largo de la historia subsecuente de la física, la idea de la conservación condujo a nuevos descubrimientos. Muchos de los aspectos de su historia primitiva fueron notables.

Varios pensadores llegaron a este gran concepto casi al mismo tiempo; al principio, todos ellos recibieron una fría aceptación o fueron ignorados. El principio de la conservación de la energía fue establecido independientemente por Julios Mayer (1814 – 1878) en Alemania, James Joule (1818 – 1889) en Inglaterra, Hermann Von Helmholtz (1821 – 1894) en Alemania y L. A. Holding (1815 – 1888) en Dinamarca.

Fue Joule quien demostró experimentalmente que cuando una cantidad dada de energía mecánica se convierte en calor, siempre se genera la misma cantidad de calor. Así se demostró definitivamente la equivalencia entre el calor y el trabajo mecánico como dos formas de energía.

Helmholtz fue el primero que expresó claramente la idea de que no sólo el calor y la energía mecánica, sino también otras formas de energía son equivalentes y que una cantidad dada de una forma no puede desaparecer sin que aparezca otra cantidad igual en alguna de las otras formas.

Taller

- El principio de conservación de la energía establece: la energía ni se crea ni se destruye, solamente se transforma. Con base en lo anterior, ¿qué pasa con la energía mecánica de un saco de arroz que se arrastra sobre el piso cuando se detiene?
- Dar ejemplos en el cual transforme energía mecánica en calor.
- Dar ejemplos en el cual se transforme calor en energía mecánica.
- Mostrar ventajas y desventajas que tiene la invención del teléfono, la radio, la televisión y los computadores.
- ¿Qué papel juegan las matemáticas en el estudio de las ondas electromagnéticas?
- Plantear la importancia que tiene el uso de las ondas electromagnéticas.
- La teoría corpuscular de la luz (pequeñísimas partículas materiales como granos de arena) fue propuesta por Isaac Newton. ¿Qué fenómenos de la luz permite explicar esta teoría?
- ¿Qué hizo pensar a los físicos que la luz es de naturaleza ondulatoria?
- ¿Qué diferencia hay entre los corpúsculos de la teoría de Newton y los corpúsculos (fotones) de la teoría de Einstein?
- Si no se plantea la existencia de un medio para la propagación de la luz (éter), ¿es posible plantear que la luz es una onda mecánica?
- Plantear los aspectos fundamentales en el desarrollo del estudio de la electricidad.
- ¿Qué importancia tiene conocer los fenómenos eléctricos y magnéticos?

Para facilitar la comprensión de las lecturas proponemos el siguiente esquema.

LECTURA	IDEAS FUNDAMENTALES	COMENTARIOS	INTERROGANTES
¿Por qué es importante la Química Orgánica?			
El Calor como una fuente de Energía			

2. Propósitos

A. Competencias laborales generales

Se desea que el estudiante alcance competencias para recibir, obtener, interpretar, procesar, analizar, concluir, tomar decisiones y transmitir información de diversas fuentes.

B. Competencias de Química y Biología

- Comprender los fundamentos básicos de la química orgánica.
- Identificar y utilizar adecuadamente el lenguaje de la química orgánica.
- Establecer las relaciones existentes entre las sustancias químicas y los procesos vitales y productivos.
- Explicar algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano y en la naturaleza.

C. Competencias de Matemáticas

- Identificar fenómenos aleatorios y fenómenos determinísticos.
- Comprender los conceptos de Probabilidad y sus elementos básicos.
- Aplicar las propiedades de la probabilidad para determinar la probabilidad de ocurrencia de un evento aleatorio.
- Aplicar los conceptos básicos de probabilidad y sus elementos a proyectos productivos.

D. Competencias de Física

- Observar y formular preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas.
- Comprender y explicar la transformación de energía mecánica en energía térmica.
- Formular hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.
- Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.

3. Conocimientos del campo científico natural y matemático para el desarrollo del ciclo de aprendizaje

A. A nivel de Química y Biología

El carbono y los procesos productivos

El nombre "engañoso" de química orgánica, se debió a la clasificación dada de los compuestos químicos: inorgánicos y orgánicos, según de donde provenían. Los inorgánicos provenían de los minerales y los orgánicos de las fuentes de vegetales y animales, o sea material producidos por organismos vivos, que eran capaces de sintetizar compuestos que tuvieran carbono en su molécula (Teoría Vitalista).

Hacia 1900 dicho concepto estaba superado, los químicos sintetizaban nuevos compuestos orgánicos en el laboratorio, la mayoría de los cuales no tenían relación o vínculos con ningún ser viviente. En la a actualidad, se conceptualiza la química orgánica, como *la química de los compuestos del carbón;* que se ocupa de todos los compuestos que lo contienen con excepción de unos pocos como el Dióxido de Carbono ($C0_2$) y los carbamatos como el mármol y la piedra caliza. Se sigue manteniendo esta denominación de química orgánica, por la importancia de estos compuestos en la conformación de los seres vivos y cómo afecta los numerosos aspectos de nuestra vida cotidiana.

Las sustancias químicas de que están hechos nuestros tejidos, los alimentos que nos nutren contienen carbono, son orgánicos. Lo mismo se puede afirmar de las vitaminas, hormonas, aminoácidos, proteínas, carbohidratos, ácidos, aminas, alcoholes, y otros factores que requerimos para vivir, y de la mayoría de medicina que usamos. La química orgánica se relaciona con otras ciencias como la medicina, la bacteriología, la zoología, la agronomía, zootecnia, que como consecuencia ha surgido otras ciencias como la biotecnología, la bioquímica y la biología molecular.

Los productos que se fabrican industrialmente como los agroquímicos, las drogas, textiles, cauchos, colorantes, plásticos pinturas, fertilizantes, combustibles, lubricantes, aditivos usados en los alimentos, colorantes, esencias, los productos del petróleo que se usa en la maquinaria agrícola y transporte, son todos de origen orgánico. Si miramos alrededor nuestra vida tiene que ver con la química orgánica.

En el medio ambiente ocurren continuamente reacciones químicas sin las cuales la vida sería imposible, como también establecer interrelaciones con el entorno. Las leyes que rigen el universo parece aplicarse tanto al mundo inanimado (inorgánico) como al de los seres vivos (orgánico). La química de la vida, llamada por tradición orgánica, posee características comunes; una de ellas se relaciones con las moléculas que conforman los seres vivos; estas se fundamentan en tener como átomo central el carbono, el cual posee la propiedad de encadenarse entre sí y con otros átomos diferentes como el nitrógeno, oxigeno, hidrógeno y azufre.

La Química orgánica

El desarrollo de toda disciplina científica obedece a la solución de las necesidades del hombre y el entorno que habita, en busca de un mejor nivel de vida y la conservación y mejoramiento de su medio. El estudio de la química orgánica busca encontrar respuestas a esas necesidades.

El conocimiento y utilización de los compuestos orgánicos se confunde con el origen del ser humano. En la Biblia existen referencias, desde Noé, la utilización de la fermentación del vino, el vinagre, el empleo de colorantes, venenos, remedios, pócimas, ungüentos, perfumes, esencias que están constituidas por sustancias orgánicas.

Los antiguos egipcios utilizaban la medula de la planta de papiro (*Cyprus papyrus)* como base para escribir sus jeroglíficos. Los colorantes eran usados y manejados como la tintura de azul índigo, obtenida de la especie *indigofera,* utilizada por los egipcios para colorear las vendas de sus momias; la tintura de cochinilla (ácido carminico) que aún se extrae de la hembra de la cochinilla (*Coccus cacti),* insecto que habita en el cactus de Centroamérica, tintura apreciada por los pintores del Renacimiento. Los fenicios extraían el colorante púrpura real de un molusco de mediterráneo.

Se fabricaban extractos de plantas y animales para causar la muerte, es famoso el caso del filosofo griego Sócrates que en 399 A. C. fue condenado al beber el zumo de la cicuta (*Conium maculatum)* alcaloide altamente tóxico.

También se estrían sustancias benéficas para recuperar y conservar la salud; Hipócrates de Cos (hacia 460 a 377 A. C) considerado el padre de la medicina, establece referencias de sustancias curativas, pero éstas tuvieron su apogeo en la época de la iatroquímica o química médica, creada por Paracelso.

En el siglo V a. C. conocían los griegos la destilación, que posteriormente fue perfeccionada por los árabes que les permitió obtener el alcohol etílico y el ácido acético.

Durante la Edad Media se estanco el desarrollo del estudio de la química orgánica, los alquimistas se dedicaron a buscar la piedra filosofal, sólo trabajaban los metales con el objetivo de convertirlos en oro. A esa época no conocían el símbolo del carbono. La otra búsqueda de los alquimistas de hallar el elixir de la vida o eterna juventud, permitió el surgimiento de la iatroquímica que buscaba explicar la fisiología mediante reacciones químicas. Las investigaciones de Paracelso, Van Helmont y otros de esta era, que implicaban la destilación de hierbas, resinas y sustancias similares de origen animal condujeron al conocimiento preliminar de sustancias orgánicas y a la definición de *Química Orgánica***,** acepta al comienzo del siglo XIX como la química de las sustancias derivadas de fuentes de animales y vegetales. Los químicos de esa época creían que era necesario la contribución de una *fuerza vital* para la formación de compuestos orgánicos; creencia que se conoce con el nombre de *Teoría Vitalista*.

El químico alemán Carl Wilhem Scheele entre 1769 y 1786, descubrió numerosos compuestos orgánicos tales como la glicerina, el acetaldehído, y los ácidos

úricos, tartárico, cítrico y láctico; todos estos constituyentes importantes de las plantas y animales.

En 1807, Jöns Jacobo Berzeluis llamó por primera vez, compuestos orgánicos que se obtienen de los seres vivos tales como la urea, hemoglobina y la clorofila. Los seres vivos tienen la propiedad de ser sistemas organizados. De allí su nombre de orgánico.

La síntesis *in vitro* de la urea $H_2N - CO - NH_{2,}$ compuesto orgánico típico, a partir de la isomerización del ácido ciánico HCNO con amoniaco NH_3, obteniendo cianato de amonio NH_4CNO que por calentamiento se obtendría la urea, contradijo la teoría vitalista, el experimento fue realizada por FRIEDRICH WOHLER (1828).

En 1850 HERMANN KOLBE logró transformar materia orgánica en materia orgánica, obtuvo ácido acético a partir del ácido cloroacético y zinc; contrario a la teoría vitalista que afirmaba que estos procesos sólo los podía realizar un sistema viviente.

Estos hechos científicos marcan el nacimiento de la química orgánica moderna y se abren perspectivas hacia la síntesis orgánica tan desarrollada hoy día.

La preocupación por el conocimiento de la estructura molecular, partiendo del estudio del átomo de carbono, sus valencias, sus enlaces y la conformación espacial de los compuestos, permiten el estudio de nuevas técnicas y métodos para la síntesis de compuestos naturales y artificiales.

Fnedrich Kekule, Archibaid Couper, Jacobus Van't Hoft y Joseph Le Bel, opinaron acerca de las características de los enlaces y de la tetravalencia, del carbono, totalmente válida hoy día en el estudio de la estereoquímica.

En un segundo periodo hasta final de la primera guerra mundial, se profundizó en la teoría estructural descubriendo nuevos grupos de compuestos como los hidratos de carbono y las proteínas, investigación realizada por Ema Fischer y otros científicos.

El período actual comprende:

La aplicación de las teorías electrónicas de la valencia a los compuestos orgánicos.

El estudio profundo de las reacciones orgánicas y sus mecanismos, Robert Burns Woodward sintetizó la clorofila y obtuvo el premio Nóbel de la química en 1965.

El invento y perfeccionamiento de los instrumentos, técnicas y métodos que hacen posible y facilitan, la separación, identificación, síntesis y análisis de los compuestos orgánicos, para usos en la industria, en la medicina, en el transporte, en los procesos productivos de la agroindustria. Se ha conseguido la síntesis de la insulina, de numerosos plásticos para diferentes usos, y la primera vacuna sintética, todavía en periodo de experimentación, contra la malaria, elaborada por el científico colombiano Manuel Elkin Patarroyo y su equipo de colaboradores.

El estudio y la investigación en química orgánica se dirigen hacia la síntesis de nuevos materiales con propiedades específicas para solucionar problemas concretos y mejorar la calidad de vida de la humanidad.

Diferencia entre compuestos orgánicos e inorgánicos

Se presentan numerosas diferencias específicas entre la mayoría de los compuestos inorgánicos e inorgánicos. Así, la mayoría de las sustancias inorgánicas son sales, en tanto que en los orgánicos, generalmente son escasas, así mismo poseen otras características. El siguiente cuadro informa algunos aspectos que marcan las diferencias entre estas dos clases de compuestos:

Propiedades	Compuestos Orgánicos	Compuestos Inorgánicos
Fuentes	Se les puede extraer de materia primas que se encuentran en la naturaleza, de origen animal o vegetal, o por síntesis orgánica. El petróleo, el gas natural y el carbón son las fuentes más importantes.	Se encuentran en la naturaleza en forma de sales, óxidos, bases entre otros.
Elementos	Básicos: C, H Ocasionales: O, N, S y halógenos Trazas: Fe, Co, P, Ca, Zn	Todos los elementos de la tabla periódica.
Enlace predominante	Covalente, formados por pares electrónicos compartidos.	Iónico metálico formado por iones y átomos. Algunas veces covalente
Estado físico	Gases, líquidos o sólidos.	Son generalmente sólidos
Reacciones	Lentas y rara vez cuantitativas	Instantáneas y cuantitativas
Volatilidad	Volátiles	No volátiles
Destilación	Facilmente destilables	Difilmente destilables
Puntos de fusión	Bajos: 300ºC	Altos: 700ºC
Solubilidad en agua	No solubles	Solubles
Solubilidad en solventes orgánicos	Solubles	No solubles
Puntos de ebullición	Bajos: las fuerzas entre sí muy débiles	Altos (las fuerzas entre los iones son muy fuertes)
Estabilidad frente al calor	Muy poco estables: la mayoría son combustibles	Son muy estables, por lo general no arden
Velocidad de reacción temperatura ambiente	Lentas	Rápidas
Catalizadores	Se utilizan con frecuencia	No
Reacciones secundarias	Presentes, generalmente	No
Conductividad eléctrica	No conducen	Conducen fundidos o disueltos en agua
Combustibilidad	Arden generalmente en el aire	No arden
Conductividad en solución	No conducen la corriente eléctrica (no electrolito)	Conducen la corriente eléctrica (electrolitos)

Clasificación de los Elementos que conforman los Compuestos Orgánicos

A los elementos que hacen parte de los compuestos orgánicos se les clasifica en:

- Elementos Básicos: están presentes en todos los compuestos orgánicos como es el carbono y el hidrógeno.

- Elementos Secundarios: son aquellos que solo hacen presencia en algunos compuestos como son el nitrógeno, oxigeno, halógenos y azufre.

- Trazas**:** hacen presencia en muy pocos compuestos orgánicos, entre estos se encuentran: Boro, silicio, potasio, sodio, hierro, cobalto, níquel, mercurio, cobre, aluminio, calcio, bario, magnesio y molibdeno.

Capacidad de enlace del carbono

La razón por la cual se han logrado y se logran muchas sustancias orgánicas pese a los pocos elementos que la integran, es debido a la estructura molecular y disposición de los átomos en los compuestos orgánicos.

Los principios fundamentales en que se basa la teoría de las combinaciones orgánicas en*: la treta valencia del carbono y la teoría de hibridación de orbitales.*

La tetravalencia del átomo de carbono

La configuración electrónica del carbono explica sus elevadas posibilidades de combinación consigo mismo y con otros elementos, dando respuesta sobre la existencia de la cantidad de compuestos orgánicos.

Configuración electrónica

El carbono tiene como número atómico igual a 6; (Z = 6), y presenta la siguiente configuración electrónica fundamental:

$C_{6e} = 1S^2\,2S^2\,2Px^1\,2Py^1\,2Pz^1$

Se deduciría que la Valencia del C es 2, solo podría compartir los electrones de los orbitales $2p_x$ y $2p_y$, de modo que el orbital $2p_z$ está vació. Sin embargo en la mayoría de los compuestos el carbono tiene cuatro valencias iguales.

Esta inconsistencia se explica que cuando el carbono va entrar a combinación, pasa del estado natural a un estado nuevo llamado "excitado", donde uno de los electrones del orbital 2s salta al orbital 2p.

C_{6e} en estado activado $1S^2\,2S^1\,2Px1\,2Py^1\,2Pz^1$

Lo anterior indica que los orbitales que forman los cuatro enlaces deben ser diferentes. Sin embargo se saben que son simétricos.

En la realidad, se ha encontrado que efectivamente los cuatro orbitales de nivel 1 o 2, son iguales y tienen una forma diferente a los 2S, 2Px, 2Py y 2Pz. La explicación de esto se basa en la teoría de la *hibridación de orbitales.*

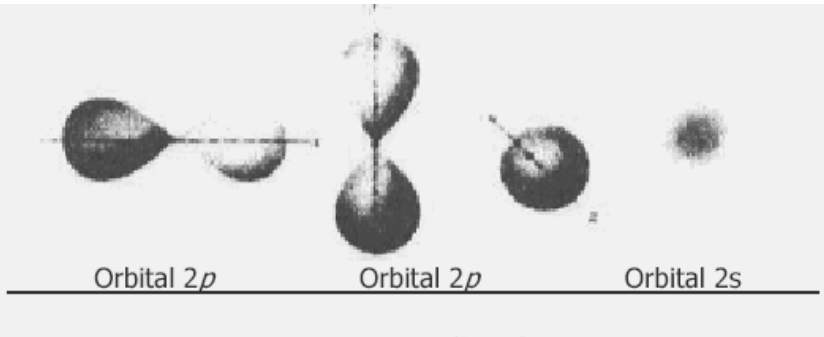
Teniendo en cuenta la forma esférica de los orbitales S y la forma lobular de los orbitales P, se presentan tres modos diferentes de hibridaciones de orbitales: tetraedral, trigonal y digonal; que dan origen a las tres series de hidrocarburos alcanos, alquenos y alquinos.

Hibridación tetraedral o tetragonal del carbono

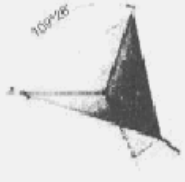
En este tipo de hibridación los orbitales 2s, $2p_y$ y $2p_z$ se híbrida dando como resultado cuatro orbitales iguales, dirigidos hacia los v vértices de un tetraedro regular.

La hibridación tetragonal o tetraédrica que da origen a la estructura de los hidrocarburos saturados o alcanos.

$1(2S^1) + 1(2Px^1) + 1(2Py^1) + 1(2Pz^1) = 4SP^3$



Cuatro orbitales atómicos híbridos sp^3 con origen común.



Ejes de hibridación tetraédrica de orbitales híbridos sp^3.

Como resultado de esta hibridación, el átomo de carbono queda con cuatro valencias equivalentes y dirigidas hacia los vértices de un tetraedro. El ángulo formado por cada uno de los orbitales es de 109º28'.

Formación de los orbitales moleculares de tipo sigma

Los enlaces sigma son el resultado del solapamiento de dos orbitales de tipo S, SP^3, SP^2, y SP. Estas posibilidades de solapamiento, definen la estructura molecular de los diversos compuestos orgánicos.

Hibridación trigonal

Se hibridan los orbitales 2s, 2px y $2p_y$, resultan tres orbitales coplanares equivalentes, forman ángulos de 120º. El orbital híbrido se llama sp^2. El orbital $2p_z$ no se híbrida, es perpendicular al plano forma por los tres orbitales híbridos.

Formación de los enlaces pi en los compuestos insaturados

Los carbonos que soportan un enlace Pi, corresponden al tipo de hibridación donde el orbital 2Pz no se ha hibridado y ha quedado libre para unirse a otro orbital 2Pz o 2Py, constituyendo la estructura de un alqueno (SP^2).

$$1\ (2S^1) + 1\ (2Px^1) + 1\ (2Py^1) = 3SP^2$$

Hibridación digonal

En este tipo de hibridación solo participan los orbitales 2s y $2p_x$, dando dos orbitales colineales equivalentes. Los orbitales $2p_y$ y 2p no se hibridan. El valor del ángulo de enlace es de 180º.

Los sistemas doblemente insaturados

Algunos compuestos orgánicos contienen carbonos que están unidos por tres enlaces de los cuales dos son de tipo pi y uno sigma. Quiere decir lo anterior que cada carbono ha aportado un orbital atómico 2Pz y un 2Py para lograr formar dos enlaces pi. De igual forma un SP cada uno, para el enlace sigma y obtener como resultado un alquino.

$$(2S^1) + 1\ (2Px^1) = 2SP$$

La combinación de los tres tipos de hibridación SP; SP^2 y SP^3, permite construir estructuras moleculares cada vez más complejas.

CH_3-CH = CH-CH_2-C = C-CH_3

Como conclusión se puede afirmar que la estructura de los compuestos orgánicos se fundamenta en la tetravalencia del carbono, en las teorías orbitales y en la unión de estos con el orbital del hidrógeno (S) y de otros átomos tales como el O_2, el N_2, los halógenos, el fósforo y algunos metales.

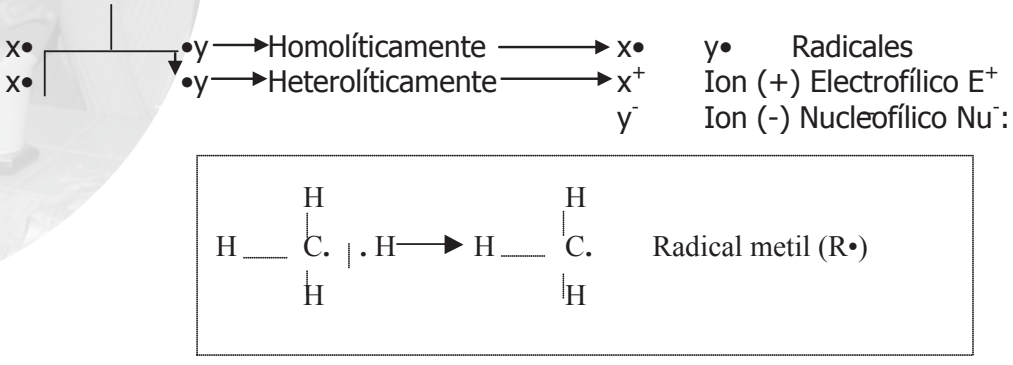
Formación y rotura de los enlaces

Los enlaces están formados por el solapamiento o compenetración de las nubes electrónicas de un par de orbitales atómicos. Cada orbital atómico contiene un electrón y por ello el orbital molecular o enlace (sigma o pi) posee dos electrones.

Los enlaces *sigma y pi* pueden romperse de dos formas:

- Homolíticamente: cada electrón que hace parte del enlace se une al átomo que lo forma dando radicales libres. El rompimiento es por la mitad del enlace.

- Heterolíticamente: el rompimiento es desigual. Los 2e que forman enlace quedan en un solo acomoda origen a iones.



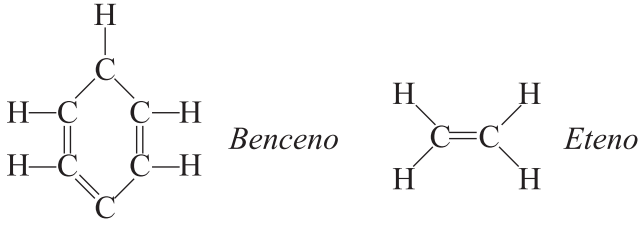
Los radicales sencillos o dobles, los iones carbanión y los iones carbonio, son las estructuras que suelen formarse al romperse los enlaces, ya sea hemolítica o heterolíticamente, para luego formar nuevos enlaces y por lo tanto nuevos compuestos.

Clases de fórmulas en la química orgánica

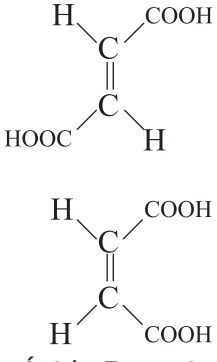
La fórmula química es la representación grafica de una molécula. Para una misma molécula existen distintos tipos de formulas, cada una de las cuales proporciona información diferente. Algunas de ellas se estudian a continuación.

- Formula empírica: indica la relación proporcional entre en número de átomos de cada elemento presentes en la molécula, sin que esta relación sea la cantidad exacta de átomos. Ejemplo, la expresión $(CH_20)_n$ corresponde a la formula mínima de la glucosa, aun cuando su formula molecular es $C_6H_{12}0_6$, indicando la cantidad absoluta de átomos.

- Formula esquemática o estructural: indica las posiciones que ocupan unos átomos con relación a los otros, información a cerca de la estructura molécula.

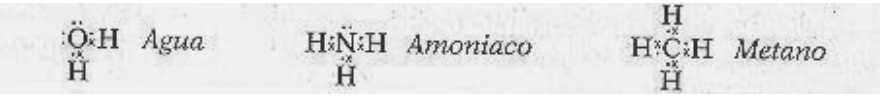


- Formula espacial: representa la posición relativa de los átomos, situados en el espacio, tridimensional.



Formas Espaciales Ácido Fumarico y Ácido Maleico

- Formula electrónica: indica el carácter electrónico de los átomos de la molécula, si la unión entre ello es iónica o covalente.

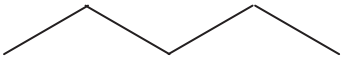


- Formula estructural de esqueleto: es la forma más sencilla de escribir la estructura de un compuesto orgánico. Se deben tener en cuenta las siguientes normas:

  » La intersección de dos líneas convergentes: ^, representan enlaces, hay un átomo de C, en extremo de cada línea hay un carbono.
  » El átomo de C tiene cuatro enlaces, mentalmente se calcula en número de hidrógenos requeridos para satisfacer el un ero de enlaces de cada carbono pero tampoco se escriben.

» Cuando en el compuesto que se representa existen átomos diferentes al carbono, debe especificarse.

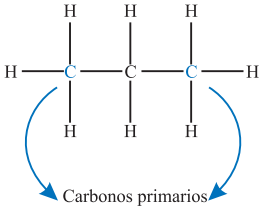
$CH_3\,CH_2\,CH_2\,CH_2\,CH_3$ o

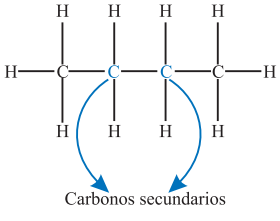


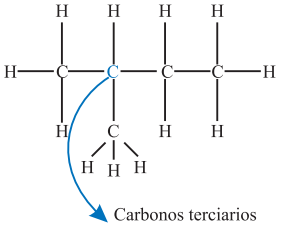
¿Existen varias clases de átomos de carbono?

Los átomos de carbono se clasifican en primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios. La clasificación depende del número de átomos de carbono con los cuales se enlace:

- Carbono Primario: el carbono que solo se enlace con otro átomo de carbono, se encuentra iniciando o terminado la cadena.
- Carbono Secundario: el carbono en estudio se enlaza con otros dos átomos de carbono, localizándose en medio de ellos.
- Carbono Terciario: el carbono en estudio se enlaza con tres átomos de carbono localizándose en medio de ellos, es decir tres de los cuatro enlaces los utiliza para unirse a tres carbonos.
- Carbonos Cuaternarios: los cuatro enlaces del carbono en estudio, los emplean para enlazarse con otros átomos de carbono.







Taller

- A través la lectura analítica de los conceptos estudiados anteriormente y complementándolos con otros textos específicos a los temas, responder a las siguientes inquietudes:

  - » ¿Qué importancia tiene la química orgánica en su vida cotidiana?
  - » Dar ejemplos de aplicación de los conceptos de la química orgánica en su desempeño laboral y productivo.
  - » ¿Qué importancia tiene el conocer el desarrollo del estudio de la química orgánica en el mejoramiento de la salud y producción?
  - » Registrar el nombre de dos compuestos químicos, uno orgánico y el otro inorgánico que usa en su casa y/o granja. Establecer las características diferenciales que se encuentren.
  - » Realizar un listado de compuestos orgánicos usados en el mejoramiento de la productividad agrícola y ganadera regional.
  - » Escribir dos clases de fórmulas químicas orgánicas, de compuestos que use con frecuencia en su medio.

- Discutir analíticamente entre los miembros del grupo y con la asesoría del docente:

  - » La importancia del estudio de la química orgánica.
  - » La importancia del estudio de compuestos orgánicos. ¿Para qué sirve? ¿Qué ventajas tiene?
  - » Los procesos químicos de la antigüedad que se emplean hoy en día, ¿es posible mejorarlos?
  - » La química orgánica se ha desarrollado más en este último milenio. En dicho desarrollo ¿en qué aspectos de la productividad agrícola, ganadera e industrial ha contribuido? Explicar.
  - » Referenciar los productos químicos orgánicos que usa en la casa o granja y citar los elementos químicos que poseen: básicos, secundarios o trazas.

- Justificar la presencia de la teoría de hibridación de orbitales en la formación de compuestos orgánicos.
- La formación de los orbitales SP3 – SP2 y SP. ¿Qué tipo de enlace forma cada uno?
- Comparar formulas sobre dos compuestos químicos orgánicos de uso en la casa o granja. Fundamentar cada una de ellas. Aclarar dificultades que se encuentran en su comprensión.
- Elaborar ejemplos de roturas de enlaces químicos y explicar.
- Elaborar ejemplos de las diferentes clases carbonos que están presentes en los compuestos orgánicos que usa con frecuencia en el hogar como alcohol, acetona, vinagre.

Notación y nomenclatura en la química orgánica

En comienzos del estudio de la química, no existía forma sistemática de asignar nombre a los compuestos, inicialmente se les asignó nombres de forma arbitraria que tenían relación con su origen, una propiedad, una aplicación, así al ácido extraído de las frutas cítricas se le llamo: ácido cítrico, se le llamo ácido láctico por encontrarse éste en la leche. A estos nombres se les conoce como nombres vulgares.

A medida que el número de compuestos descubiertos en la naturaleza o sintetizados en el laboratorio aumentaba, la nomenclatura común o vulgar resulta inapropiada y los químicos se vieron en la necesidad de desarrollar sistemas de nomenclatura más racional. Dentro este extenso horizonte de diversidad es posible encontrar irregularidades. Eso sí que los compuestos orgánicos se clasificaron en grupos, conocidos como *grupos funcionales*, caracterizados por un comportamiento físico-químico especial. De acuerdo a esta clasificación se ha desarrollado también un sistema de nomenclatura, que permite condensar en un nombre información más relevante a cerca del compuesto en estudio.

La nomenclatura aceptada actualmente está basada en reglas lógicas formuladas por la *Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, cuya sigla* en inglés es *I.U.P.A.C.,* reunida por primera vez en Amsterdan en 1949 y desde entonces viene

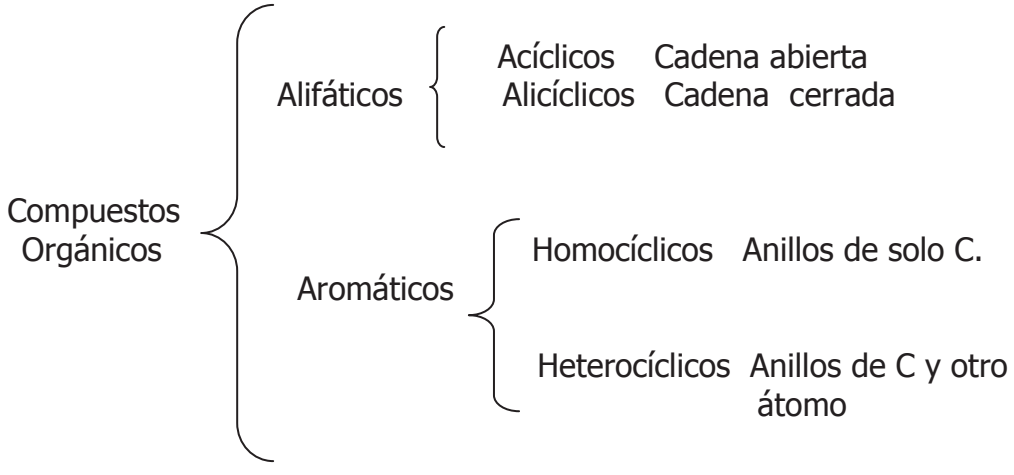
publicando informes periódicos de ampliación y corrección de esta nomenclatura sistemática, y asignar nombres cuando se descubren nuevos compuestos.

Clasificación

Los compuestos orgánicos se clasifican en dos grandes series: alifática y aromática.

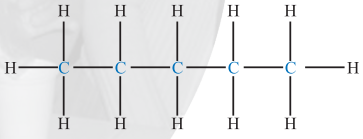
- Serie Alifática: comprende los compuestos de estructura abierta o cíclica y ciertos compuestos de cadena cerrada de propiedades semejantes a los acíclicos que reciben el nombre de alifáticos cíclicos.

- Serie Aromática: deriva su nombre del olor "aromático" de los primeros compuestos estudiados como bálsamos, resinas y aceites. Los compuestos aromáticos poseen uno o más anillos o ciclos en su estructura, los cuales pueden estar formados por carbono únicamente, se les llama homocíclicos; o por carbono y otro elemento se les denomina hetocíclicos.

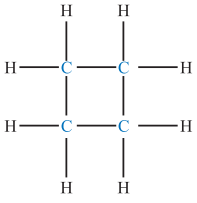


Esqueletos

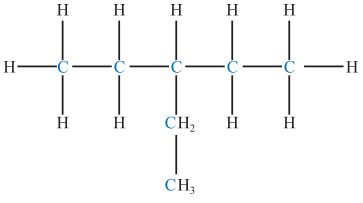
Es la representación grafica del modo como están unidos los átomos de carbono, con sus cuatro valencias respectivas, pero sin tener en cuenta los demás átomos que saturan esas valencias. En el caso de compuestos cíclicos, el esqueleto contiene todos los átomos que forman el anillo, aunque no sean de carbono.



Cadena Lineal



Cadena Cíclica



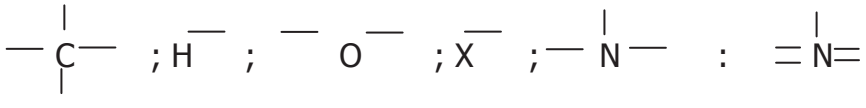
Cadena Ramificada

Necesidad de las formulas estructurales

En química orgánica es común el hecho que dos compuestos o más diferentes tengan la misma fórmula molecular. Los compuestos que lo presentan se les llama isomeros. Las fórmulas estructurales permiten distinguir un compuesto del otro: así el alcohol etílico y el éter común tiene como formula molecular C_2H_60 pero se diferencian en su estructura.

Los compuestos orgánicos están agrupados en series de acuerdo a sus características estructurales.

Las fórmulas estructurales se fundamentan en la tetravalencia del carbono, la monovalencia del hidrógeno, la divalencia del oxígeno, la monovalencia de los halógenos, la tri o penta valencia del nitrógeno, entre otros.



Los hidrocarburos

$CH_3 - CH_2 - CH_3$ Propano

$CH_3 - CH = CH_2$ Propeno

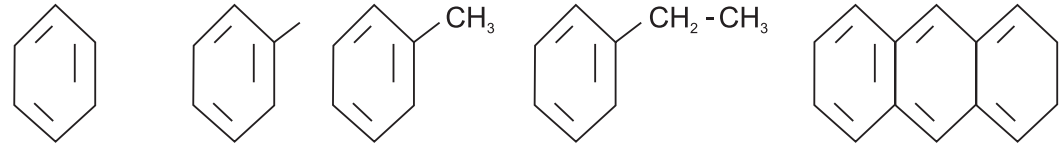
$CH_3 - C = CH$ Propino

Radicales

Son grupos de átomos no cargados. Teóricamente proceden de una molécula de un hidrocarburo al quitarle uno o varios átomos. Los radicales más importantes de la química orgánica son los alquílicos y los arílicos. Los primeros se representan por la letra **R** y proviene de quitarle un hidrógeno a un hidrocarburo alifático. La fórmula general C_nH_{2n+1}. Los radicales terminan en **il o ilo.** Ejemplos:

CH_3-CH_2-CH_2	Propil o Propilo
CH_3 - CH - CH_3 2	Propil o isopropil
CH_3-CH = CH-	Propenil
CH_3-C = C-	Propinil

Los radicales arílicos se representan por la letra *Ar* y proviene de los hidrocarburos aromáticos al quitarles un átomo de hidrógeno. Ejemplos:



Benceno fenil | Tolueno | EtilBenceno (alifo aromático) | Antraceno

Prefijos y sufijos

Los prefijos indican el número de carbonos o el número de grupos de una misma clase, como también otros denotan grupos funcionales o algunas particularidades en las estructuras moleculares. Otros sufijos utilizados en el ciclo, que indica compuestos de cadena cerrada, e *iso* que denota compuestos de una sola ramificación que poseen la unidad estructural. Los sufijos, indican el grupo funcional principal del compuesto.

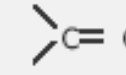
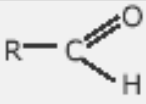
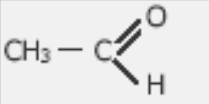
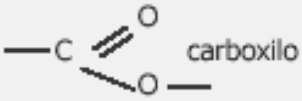
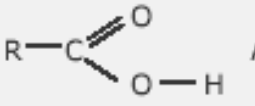
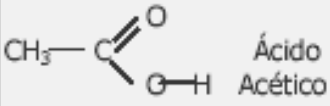
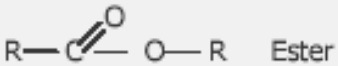
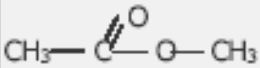
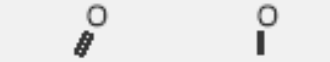
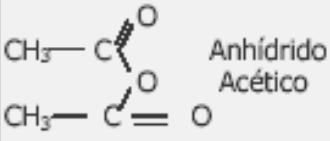
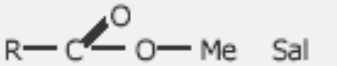
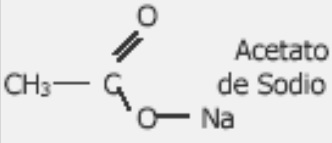
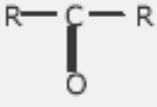
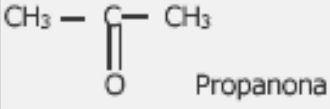
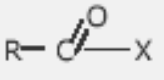
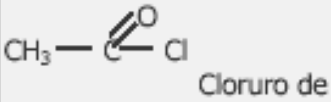
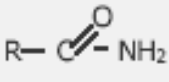
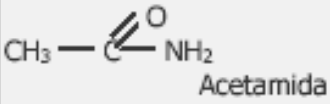
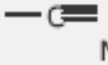
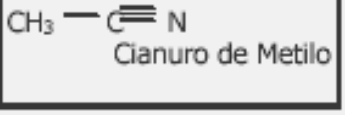
No. de átomos de C	Raíz	No. de átomos	Raíz	No. de átomos de C	Raíz
1	Met	11	Undec	21	Uneicos
2	Et	12	Dodec	22	Dodeicos
3	Prop	13	Tridec	23	Trídeicos
4	But	14	Tetradec	24	Tetradeícos
5	Pent	15	Pentadec	25	Pentadeícos
6	Hex	16	Hexadec	30	triacont
7	Hept	17	Heptadec	40	tetracont
8	Oct	18	Octadec	44	tetratetracont
9	Non	19	Nonadec	46	hexatetracont
10	dec	20	eicos	50	pentacont

Raíces Indicativas del Número de Carbono

RAIZ	SUFIJO PRIMARIO	SUFIJO SECUNDARIO
Indica el numero de átomos de C de cadena principal	Indica el tipo de enlaces presentes en la cadena principal	Indica el tipo de función principal
1 C met 5 C pent 10 C de c	Simples an Un doble en Dos dobles enlaces dien	Oico - ácido Al – aldehído Ona – cetona

Raíces – Prefijos y Sufijos

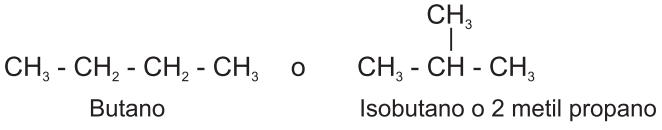
Funciones Orgánicas

GRUPO FUNCIONAL	ESTRUCTURA GENERAL	EJEMPLO
OH Hidroxilo	R – O – H Alcohol	CH_3CH_2OH Etanol
 Carbonilo	 Aldehído	 Etanal
 carboxilo	 Ácido	 Ácido Acético
	 Ester	 Acetato de metilo
	 Anhídrido	 Anhídrido Acético
	 Sal	 Acetato de Sodio
Ceto	 Cetona	 Propanona
	 Halogenuro de acilo	 Cloruro de Acetilo
	 Amida	 Acetamida
 Nitrilo o Cianuro	Cianuro	 Cianuro de Metilo

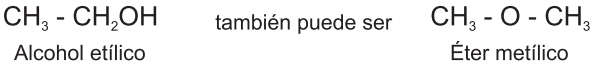
La isomería de los compuestos orgánicos

Cada fórmula o estructura molecular tiene un peso molecular. La isomería consiste en la posibilidad de expresar en diversas formas la fórmula molecular de un compuesto.

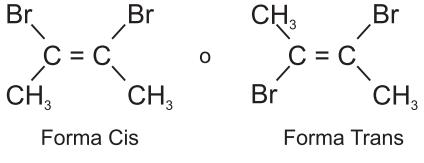
- Isomería Estructural: difieren en la posición del átomo de carbono Ordenación variable del esqueleto.
  Ejemplo: C4 H_{10} se puede representar:



- Isomería de Función**:** misma fórmula molecular, diferente estructura y función química.



- Isomería Geométrica: se da entre insaturados, moléculas rígidas. Difieren en la posición espacial, no convertibles, no equivalentes.



Caracterización de los compuestos orgánicos

La caracterización de un compuesto orgánico tiene como finalidad la descripción pormenorizada utilizando desde la percepción sensorial hasta los instrumentos más avanzados de la tecnología moderna.

La caracterización comprende todo un proceso de investigación. Dada la muestra, se partirá desde la observación hasta la formulación de su estructura molecular.

- Propiedades Físicas: color, olor, estado natural, densidad, viscosidad, índice de refracción, punto de ebullición, de fusión, de cristalización, etc.

- Propiedades Químicas: reacciones o comportamientos.

- Análisis:

  - » Cualitativo para determinar elementos que lo forman
  - » Cuantitativo - cantidad - proporción o % de cada elemento.
  - » Orgánico: identifica funciones orgánicas.
  - » Instrumental: máxima herramienta en la investigación científica en el campo de la química. Llega a determinar hasta la fórmula estructural.

La caracterización de la materia orgánica y más estrictamente de los compuestos orgánicos ha sido, es y será tarea ineludible en el desarrollo y avance científico de las ciencias naturales.

Hidrocarburos en la naturaleza

Son compuestos orgánicos que solo contienen carbono e hidrógeno. Se consideran como los esqueletos carbonados "progenitores", en los cuales se insertan los grupos funcionales, dando origen a diferentes compuestos orgánicos.

El etano y el propano se del gas natural y gas de refinería. Por refinación del obtienen petróleo se obtiene el éter de petróleo; el cual se compone de una mezcla de pentanos y hexanos, se emplea como disolvente. Del carbón de hulla, formado por material vegetal durante millones de años se extraen múltiples hidrocarburos. El gas de hulla está constituido por H_2 y metano, así como tolueno, benceno, etano y etileno. Algunas veces ocurren accidentes en las minas de carbón de explotación subterránea, donde pierden la vida o quedan atrapados los mineros. Esto se debe al gas grisú, que es una mezcla de metano y aire, altamente explosiva. En los pantanos habitan organismos que degradan la celulosa proveniente de residuos vegetales, produciendo entre otras sustancias el gas metano, también se le llama gas del pantano, cuyo olor es parecido al que se usa en la cocción de los alimentos.

Existen dos series de hidrocarburos, la alifática que la integran los compuestos acíclicos y alicíclicos; la segunda es la aromática, cuyo átomo central es el benceno.

Sin embargo los hidrocarburos son agentes contaminantes, en el agua se esparce rápidamente debido a la alta diferencia de densidades, llegando a ocupar áreas extensas que dificulta las posibilidades de limpieza. Anualmente se vierte al mar entre 3 a 4 millones de toneladas de petróleo.

Taller

- Referenciar que elementos químicos conforman los hidrocarburos.
- ¿Por qué se consideran los hidrocarburos como estructuras básicas de los demás compuestos químicos orgánicos?
- Elaborar una lista de compuestos hidrocarburos que existen o se usan en la residencia o granja.
- Enumerar el uso que se le da a los hidrocarburos en la residencia o granja.
- Consultar algunos hidrocarburos acíclicos y alicíclicos.
- Describir como los hidrocarburos contaminan el suelo, aguas y aire en la región.
- ¿Por qué es importante el concepto de hibridación para el estudio del átomo de carbono?
- ¿Es posible que los orbitales 2Px hagan parte de la formación de un enlace pi?, argumentar la afirmación.
- Entre un enlace saturado y otro insaturado: ¿qué se argumenta sobre la dificultad para romperlo?
- ¿Cómo se obtienen las mezclas de hidrocarburos, como la gasolina a partir del petróleo?
- ¿Cuál es el principal componente del gas natural?

- ¿Cómo se llama el gas que se usa en la preparación de los alimentos? ¿Es acíclico o alicíclico? Sustentar la respuesta.
- ¿Qué efecto tienen los hidrocarburos como agentes contaminantes en el suelo, agua y aire?
- Elaborar un listado de los hidrocarburos que usa en el hogar, maquinaria y herramientas. Explicar el uso de los residuos.
- Consultar que efectos negativos sobre el medio ambiental tienen los accidentes de los buques petroleros.
- Plantear alternativas de solución que lleven a reducir la contaminación del medio por hidrocarburos.
- Consultar en otros textos las normas de nomenclatura de compuestos hidrocarburos, socializar las inquietudes, saberes y dudas con sus compañeros haciendo ejercicios teóricos de aplicación.

Hidrocarburos alifáticos y alicíclicos

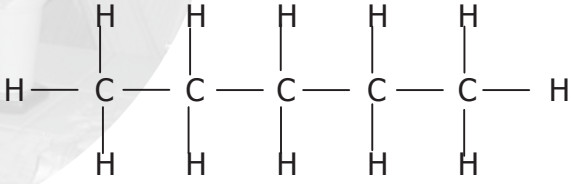
Entre la gran variedad de compuestos orgánicos, existe un considerable número de ellos que sólo contienen átomos de Carbono e Hidrógeno en diferentes proporciones. Son ellos los llamados *hidrocarburos.*

Siendo ***n*** el número de carbonos, la proporción puede ser:

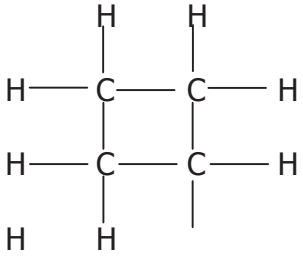
Formula General		O.H		Función Química		Ejemplo		I.U.P.A.C.
C_nH_{2n+2}	→	SP_3	→	Alcanos	→	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	→	Butano
C_nH_{2n}	→	SP_2	→	Alquenos	→	$CH_3 - CH_2 = CH - CH_3$	→	2 buteno
C_nH_{2n-2}	→	SP	→	Alquinos	→	$CH_3 - CH\ CH - CH_3$	→	2butino

Los hidrocarburos se clasifican en dos grandes grupos: los aromáticos que son todos aquellos que se derivan del benceno y los alifáticos que a su vez pueden ser acíclicos o cíclicos.

Alifáticos

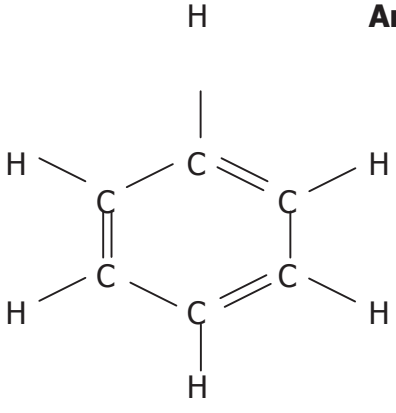


n-Pentano



Ciclobutano

Aromáticos



Benceno

En general los hidrocarburos tienen ciertas características semejantes:

- Hacen combustión, suelen encontrarse en el petróleo.
- Sólo están formados por Carbono e Hidrógeno.
- Sus enlaces son de tipo covalente
- Son materia prima para muchos procesos industriales.

De igual forma, también presentan marcadas diferencias en su estructura, sus ángulos de enlace, sus longitudes de enlace, energía de enlace, poder energético, procesos de obtención, capacidad y formas de reaccionar, y otras más.

Si se trata de la reactividad o de la estabilidad de los hidrocarburos se puede establecer en general:

Reactividad: Alquinos > Alquenos > Alcanos > Aromáticos

En general todos los hidrocarburos tienen la posibilidad de reaccionar; por lo menos hacen la combustión por ser materia orgánica; tomando el 0_2 del aire.

Materia Orgánica + O_2 ⟶ $CO_2 + H_20$ + calor Perfecta o Total

Materia Orgánica + O_2 ⟶ $CO + H_20$ + Energía Deficiente o Parcialmente

Materia Orgánica + O_2 ⟶ $C + H_20$ Muy Deficiente

$CH_3 – CH_2 – CH_3 + 5O_2$ ⟶ $3CO_2 + 4H_20$

Nomenclatura

La estructura molecular de los compuestos orgánicos tiene su origen en los distintos tipos de hibridación, que a su vez explican la tetravalencia del Carbono.

La hibridación SP^3; SP^2 y SP da origen a la estructura de alcanos, alquenos y alquinos respectivamente. La combinación de ellas posibilita la existencia de todas las demás estructuras que definen cualquier hidrocarburo.

Ejemplo:

$CH_3 - CH = CH - C = C - CH_3$

SP^3 SP^2 SP^2 SP SP SP^3

El benceno y todos sus derivados también presentan estructuras que contienen carbonos SP^3, SP^2 o SP.

A partir del hidrocarburo de menor peso molecular CH_4 (metano) se empieza a explicar la estructura orgánica.

Cada hidrocarburo tiene la posibilidad de presentar uno o más radicales y a partir del butano varias formas isómeras desde el punto de vista estructural.

Ejemplo: El pentano C_5H_{12}

- $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ Pentano
- $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2CH_3$ 2 metil butano o isopentano
- $CH_3 - C(CH_3)_2 - CH_3$ 2,2 dimetil propano o neopentano

Cada uno de éstos posibles isómeros estructurales, dan lugar a los respectivos radicales.

Del $CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$ se obtienen tres radicales:

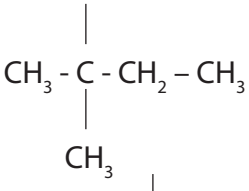
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$ Pentil

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_3$ 2 pentil

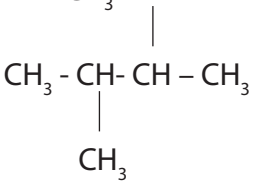
$CH_3 - CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ 3 pentil

Para el $CH_3 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ se tienen 4 radicales

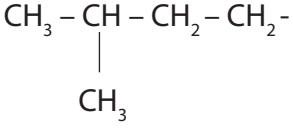
$-CH_2 - CH(CH_3) - CH_2 - CH_3$ 2 metil, butil



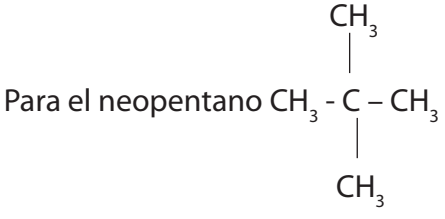
2 metil, 2 butil



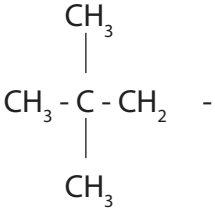
3 metil, 2 butil



3 Metil Butil

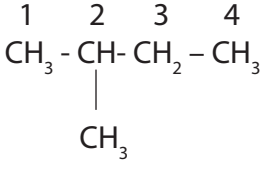


sólo hay uno



Neopentil o 2, 2 dimetil propil

En el ejercicio anterior se tiene el ejemplo clásico para identificar los carbonos primarios, secundarios, terciarios y cuaternarios. De igual manera los radicales primarios, secundarios y terciarios lo son según el carbono donde queda el electrón libre.



Son carbonos de los -CH_3 son primarios, pues sólo están unidos a un Carbón.

El Carbón 3 es secundario por estar unido a dos carbonos y el dos es terciario. El carbono 2 del neopentano es cuaternario.

Los radicales:

En el 1 2 3 4

CH3 - CH- CH2 – CH3

|

CH3

El electrón libre podría estar en el carbono 1 o 4 y el radical sería primario, en tres secundario y en el dos terciario.

Radicales en la química orgánica

CH_3 – Metil o Metilo

-CH_2 = Metilideno (Radical Doble)

CH_3 - CH_2 – Etil –o

CH_3 - CH_2 – CH_2 – Propil -o

CH_3 - CH – CH_3 Isopropil o 2 propil

|

CH_3 - CH_2 – CH_2 – CH_2 – Butil o butilo

|

CH_3 - CH – CH_3 Terbutil

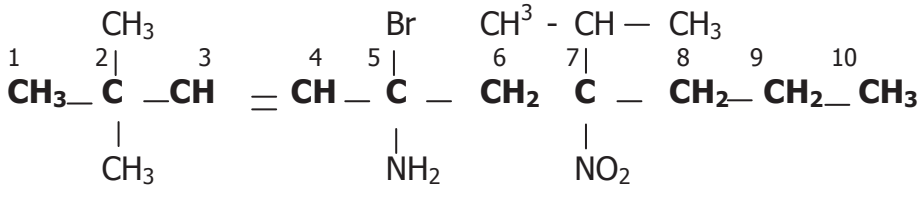
|

CH_3

C_6H_5 Fenil -o

$CH_2 - CH -$	Etenilo o vinilo
$CH_2 - CH - CH_2 -$	Propen – 2 – ilo o alilo
$CH_3 - CH - CH -$	Propenilo
$CH_3 - \underset{\vert}{C} - CH_2$	Isopropenilo
$CH_2 - C -$	Etinilo

¿Cómo nombrar una cadena compleja saturada?

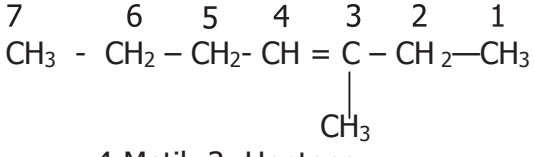


- Se escoge y se numera la cadena mayor por el extremo más cercano a las ramificaciones.
- Se nombran los grupos no radicales carbonados en orden alfabético.
- Se nombran los radicales carbonados en orden de complejidad de menor a mayor.
- Se asigna el nombre a la cadena mayor: 5- amino, 5- bromo, 7-nitro, 2-2 dimetil, 7- isopropil, 3- decano.

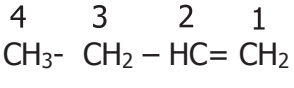
Cadena insaturada: alquenos y alquinos

- Se escoge la cadena más larga, la cual debe encerrar el doble o triple enlace.
- Se enumera la cadena teniendo en cuenta que el doble o triple enlace queden en los carbonos más bajos.

- Se nombran los grupos radicales no carbonados en orden alfabético**.**
- Se nombran los radicales carbonados en orden de complejidad de menor a mayor.
- Se cita la raíz que indica el número de carbono de la cadena principal terminada en eno o ino indicando la posición de ellos.
- Si en la cadena principal existen varios enlaces insaturados se señalan con los prefijos di, tri, treta. antes de la terminación eno u ino citando los carbonos que los tienen.



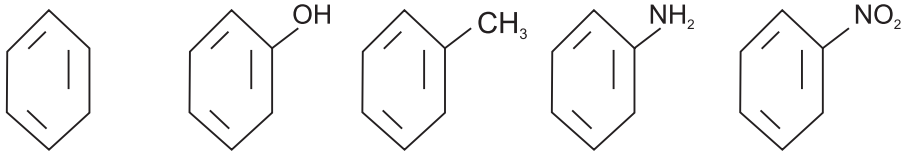
4-Metil- 3- Hepteno



Butino-1

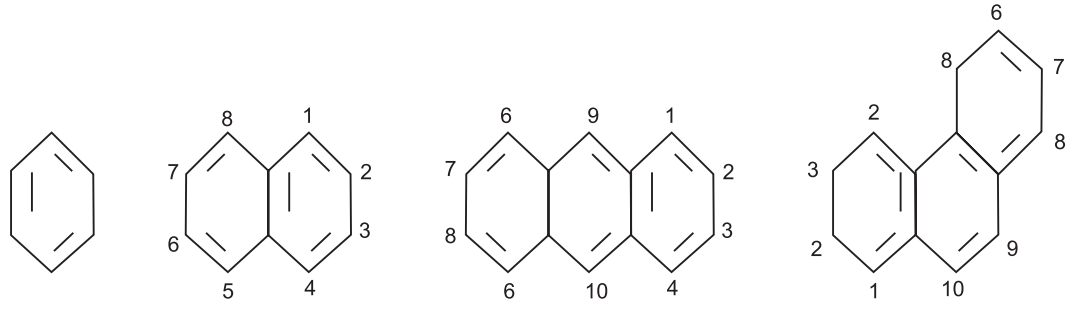
Los hidrocarburos aromáticos y sus derivados

En un hidrocarburo aromático se puede sustituir uno o varios hidrógenos por átomos o grupos de átomos.

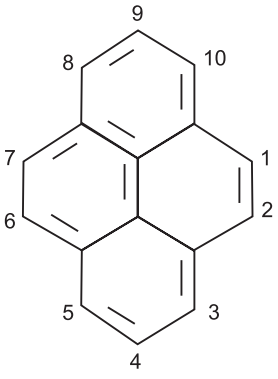


Benceno Fenol Tolueno Anilina Nitrobenceno

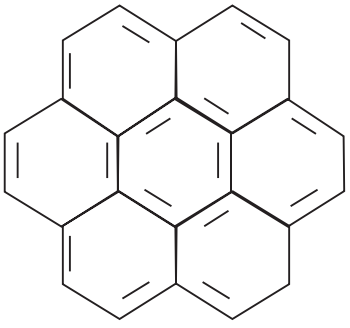
Otros hidrocarburos aromáticos – como se nombran



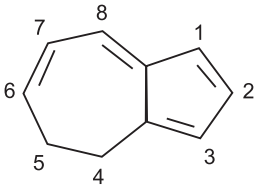
Benceno Naftaleno Antraceno Fenantreno



Pireno



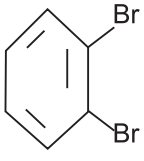
Coroteno



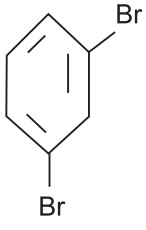
Azuleno

Cuando en el Benceno existen dos sustituyentes:

a.



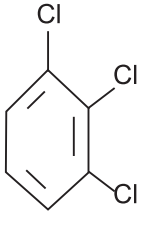
b.

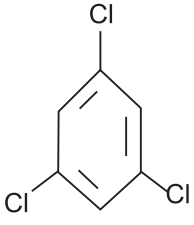


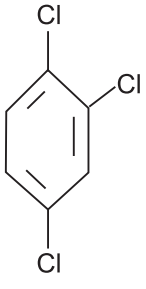
c.

1,2 dibromobenceno (o) ortodibromobenceno.
1,3 dibromobenceno (m) metadibromobenceno.
1,4 dibromobenceno (p) paradibromobenceno.

Sí los tres sustituyentes:





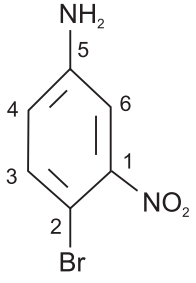


1,2,3 tricolorobenceno
Vec – triclorobenceno.

1,3,5 tricolorobenceno
Sim – triclorobenceno.

1,2,4 tricolorobenceno
Asim – triclorobenceno

Si los sustituyentes son diferentes, al último por orden alfabético se coloca el número uno y se continúa por el que esté más cerca y luego se nombran en orden alfabético.



5 amino, 2 bromo, nitrobenceno.

Obtención de los hidrocarburos

Industrialmente los hidrocarburos se obtienen del petróleo, del gas natural, de la madera y de la hulla, generalmente por destilación.

En el *Laboratorio* se pueden emplear varios métodos, de los cuales se exponen algunos:

Obtención de los alcanos: R - H

Por hidrogenación de los alquenos o alquinos

$$CH_3 - CH = CH_2 + H \bullet\bullet H \xrightarrow[BaSO_4]{Pt,\ Ni,\ Ro\ y\ Pd} CH_3 - CH \bullet\bullet CH_2 + H \bullet\bullet H$$

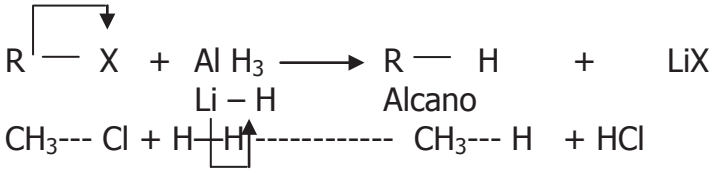
Propeno

$$\longrightarrow CH_3 - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{CH_2}}$$ Propano

Los catalizadores tienen la función de absorción de H**.** como radicales, para que estos ataquen el enlace pi para formar nuevos enlaces. La rotura es homolítica.

Por reducción de un halógeno de alquilo

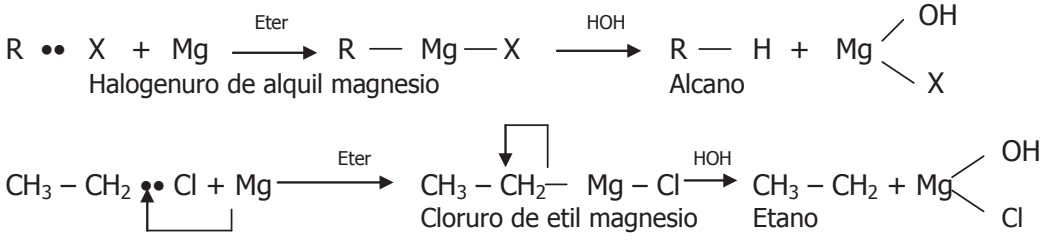
Actúa como catalizador un metal (Ni)/H^+



Los únicos hidrógenos negativos son los de los hidruros. Un halógeno que es negativo se sustituye por un hidrógeno.

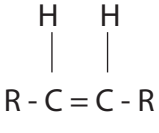
Por hidrólisis del reactivo de grignard (síntesis de Grignard)

- Formación del reactivo de Grignard: se forma un halogenuro de alquil magnesio.
- Hidratación: se forma el hidrocarburo saturado y una sal básica de halogenuro.



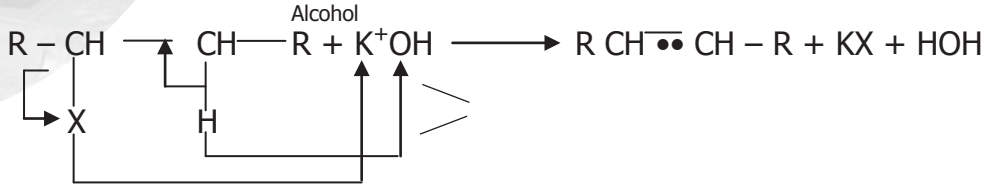
Consultar también la Reacción de Wurtz para la obtención de alcanos

Obtención de alqueno



Por deshidrohalogenación de halogenuros de alquilo (R-X)

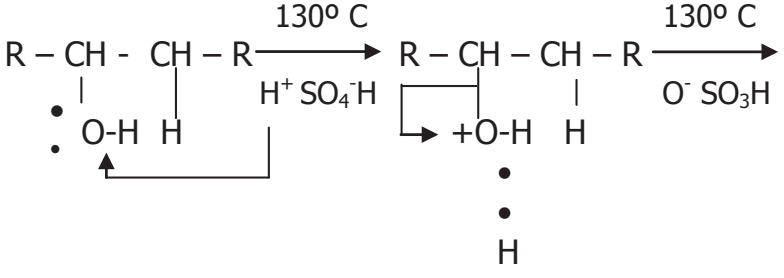
Un halogenuro de alquilo en caliente, puede eliminar un átomo de halógeno y uno de hidrógeno por acción con potasa alcohólica (KOH en etanol).

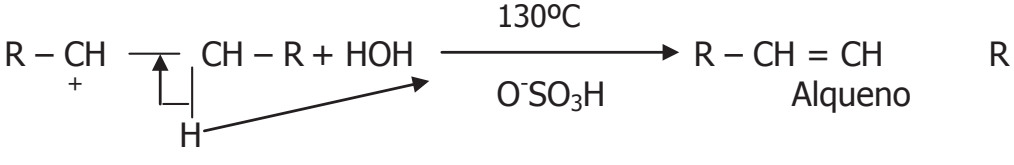


Cuando el halogenuro nos es simétrico, se produce en mayor proporción el alqueno más sustituido. Esto se conoce como la regla de *Saytzeff*.

Por deshidratación de alcoholes

El alcohol se calienta a temperaturas elevadas en presencia de H_2SO4 $-AL_2O_3$

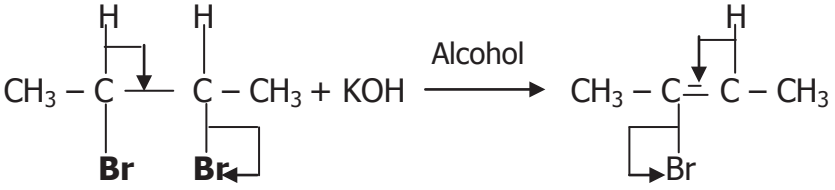




$$CH_3 \text{-----} CH_2\ 0H \xrightarrow{Al2O3} \text{---------} \quad CH_2 = CH_2 + H_2O$$

Obtención de Alquinos -C = C -

A partir de dihaluros de alquilo vecinales



$$\xrightarrow[\text{Alcohol}]{\text{KOH}} \quad CH_3 - C \equiv C - CH_3 + 2KBr + 2H_2O$$

En cada etapa se elimina un hidrógeno y un átomo de Bromo.

Obtención del acetileno CH CH: el más importante de los alquinos a nivel industrial. Se prepara por hidrólisis del carburo de calcio.

$$CaCO_3 \xrightarrow[\text{Calor}]{} CaO + CO_2$$

Oxido de Calcio o Cal Viva

$$CaO + 3C \xrightarrow[200^{O}\,C]{} CaC_2 + CO$$

Carburo de Calcio

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + CH \equiv CH$$

Acetileno

Consultar la Obtención de los Alifo – Aromáticos: AR – R sabiendo que resultan de la unión de un radical aromático, con otro tipo de alifático.

El comportamiento químico de los hidrocarburos

De acuerdo a la estructura molecular de los diferentes hidrocarburos sus probabilidades de reacción son de sustitución, adición o de eliminación.

Comportamiento químico de los alcanos

De acuerdo a su estructura saturada sus reacciones son generalmente de sustitución de uno o varios hidrógenos por otros átomos o grupos de átomos.

En los alcanos es característica la reacción de ***sustitución*** se verifica por un rompimiento hemolíticos o heterolítico según el carácter del reactivo atacante.

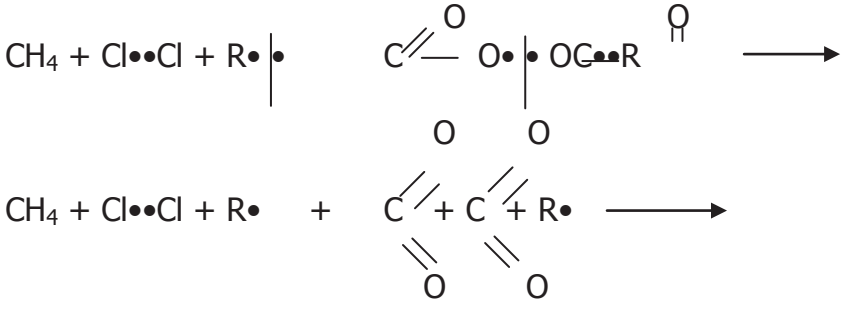
Halogenación de alcanos

Los halógenos atacan a los alcanos: F > Cl >Br > I

La yodación es reversible: se debe agregar HNO_3 para destruir el Hl. La fluoración es explosiva: se hace a través de un compuesto derivado del fluor.

La facilidad de sustitución: $CH- > -CH_2 > CH_3-$

La luz solar, la ultravioleta, el calor y los peróxidos, facilitan el proceso de halogenación.



$$CH_4 + R\bullet\bullet Cl + Cl\bullet + R\bullet + 2CO_2 \longrightarrow$$

$$CH_3 + H\bullet\bullet Cl + R{-}Cl + R\bullet + 2CO_2 \xrightarrow{Cl_2}$$

$$CH_3 + Cl\bullet\bullet Cl + R\bullet + HCl + R\text{-}Cl + 2CO_2 \longrightarrow$$

$$CH_3\text{-}Cl + R\bullet\bullet Cl + HCl + R\text{-}Cl + 2CO_2 \longrightarrow$$

$$CH_3 - Cl + Cl\bullet\bullet Cl \xrightarrow{\text{Luz Solar}} {}_{+}CH_2Cl_2 + HCl$$

$$CH_2Cl_2 + Cl\bullet\bullet Cl \xrightarrow{\text{Luz Solar}} {}_{+}CHCl_3 + HCl$$

$$CHCl_3 + Cl\bullet\bullet Cl \xrightarrow{\text{Luz Solar}} CCl_4 + HCl$$

Productos: clorometano, diclorometano o cloruro de metilo, cloroformo y tetracloruro de carbono.

Consultar reacción por Nitración y Sulfonación

La pirólisis, la isomerización y la deshidrogenación catalítica, son otras de las reacciones típicas de los alcanos. Esta última ocurre por un proceso o mecanismo de eliminación.

Comportamiento químico de alquenos y alquinos

La instauración de estos compuestos, les da un comportamiento químico ante las reacciones similar de los alquenos, aún cuando hay reacciones características.

La adición es la reacción más frecuenten los compuestos insaturados. Si se adiciona átomos iguales el rompimiento será homolítico y el mecanismo de radicales libres. Si se adicionan iones tendremos un mecanismo iónico.

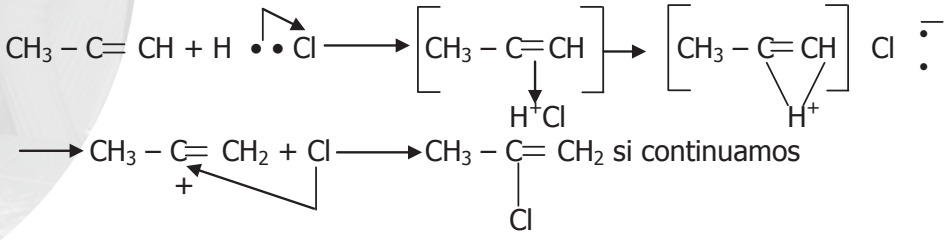
La Adición por Radicales Libres. Hidrogenación o Halogenación

Las olefinas adicionan los halógenos para formar derivados dihalogenados vecinales.

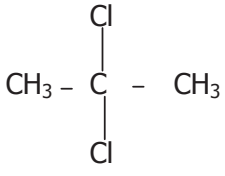
$CH_2= CH_2 + Br_2$ ---- $BrCH_2\text{-}CH_2Br$; $CH3—CH_2\text{-}C=CH + H\text{-}H$ ---- $CH_3 –CH_2\text{-}CHCH_2$
Eteno Dibromoeteno Butino-1 Buteno-1

Adición de haloácidos

Un alqueno adiciona un haloácido para dar un monohalogenado correspondiente; el orden de reactividad es HI>HBr>HCl>HF. De acuerdo al descubrimiento realizado por Vladimir Markovnikov el Ion positivo del reactivo se une al carbono insaturado con mayor número de hidrógeno. El mecanismo general es:

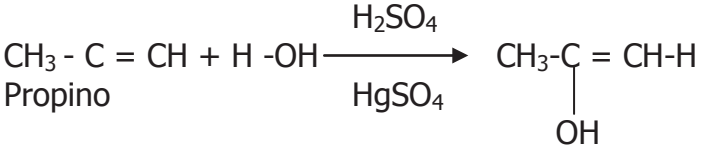


Adicionando HCl tendremos:

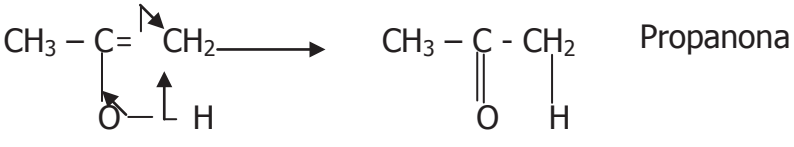


Adición de agua a un alquino

Da como producto final un alcohol insaturado.



Los alcoholes insaturados son muy inestables y sufren una transformación intermolecular llamada tautomeria.

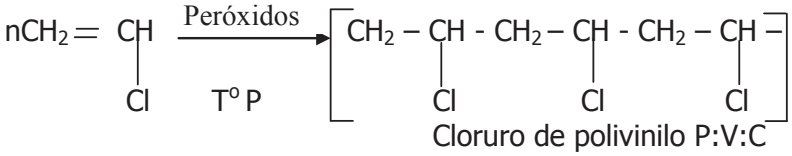


El propenol y la cetona, son las dos formas tautómeras.

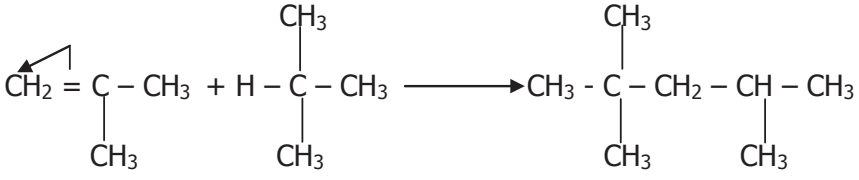
La polimerización

Los polímeros son macromoléculas formadas por la combinación de pequeñas unidades llamadas *monómeros*. *La copolimenzación* es la polimerización de unidades diferentes.

La polimerización puede ser por adición, por condensación catiónica.



Cloruro de polivinilo P:V:C



Poliisobutilideno

Comportamiento químico de los hidrocarburos aromáticos

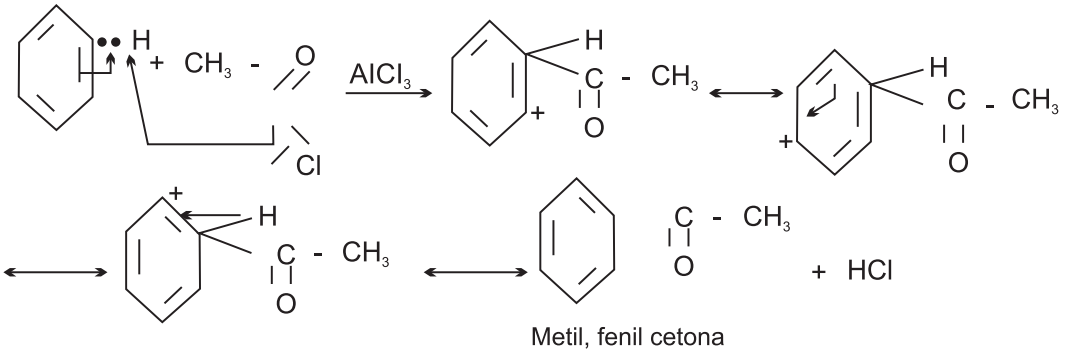
El benceno tiene varias posibilidades de reaccionar por sustitución de sus hidrógenos, por adición de hidrógenos e inclusive por eliminación de H_2.

El Benceno puede Sustituir uno o varios hidrógenos por halógenos, por Radicales Alquílicos, por el Grupo Amino, por el Grupo Nitro (N^+O_2), *por el Ion Acilio*

R – C O *y por el Grupo* SO_3^+H.
+

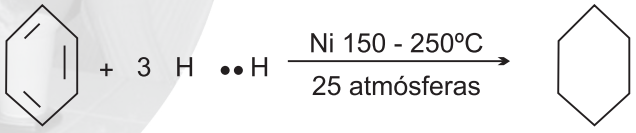
El mecanismo de sustitución electrofílica ya se explicó en la obtención de los alifoaromáticos y este es igual para todos cambiando el Ion metil carbonio $(CH_3)^+$ por cada uno de los grupos dados.

Ejemplo: La acilación



Metil, fenil cetona

La adición de hidrógeno al benceno

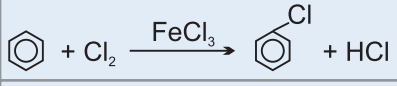
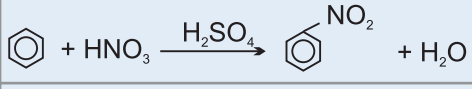
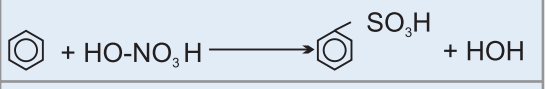
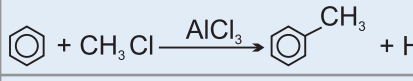


Ciclohexano

También se puede transformar el ciclohexano en benceno.

Como conclusión las reacciones pueden ser:

- De sustitución por radicales libres.
- De sustitución electrofílica (positivo por positivo).
- De sustitución nucleofílica (negativo por negativo) de forma simultánea (SN_2) o de forma iónica (SN_1).
- De eliminación por radicales libres.
- De eliminación simultánea E_2.
- De eliminación por formación de un Ion positivo o carbonio E_1.
- De eliminación por formación de unión negativo E_1C_b.
- De adición por radicales libres.
- De adición iónica.

Reacción	Ejemplos
Halogenación	
Nitración	
Sulfonación	
Alquilación de Friedel-Crafts	
Acilación de Friedel-Crafts	

Reacciones más Características de Hidrocarburos Aromáticos

Taller

- ¿Qué elementos conforman los llamados hidrocarburos?
- ¿En qué proporción integran los compuestos saturados, insaturados y cíclicos?
- Elaborar un concepto de función química y grupo funcional e identificar estos conceptos en compuestos usados en nuestro medio de vida.
- ¿Qué serie de hidrocarburos son saturados e insaturados?
- ¿Qué efecto químico y físico produce la instauración en el comportamiento de estos compuestos?
- Elaborar una lista de sustancias conocidas y que sean usadas en el sector productivo de la región, clasificarlas de acuerdo a la función que cumplan.
- Consultar en diferentes fuentes bibliográficas otras reacciones químicas de obtención y comportamiento de los hidrocarburos a las referenciadas en este documento.
- ¿De qué otra manera se podría nombrar los aromáticos sustituidos?
- Consultar que sustancias químicas están presentes en algunos productos de la región. Escribir sus formulas moleculares, a qué función orgánica pertenecen y nombrarlos según la IUPAC.
- Elaborar reacciones de obtención y de comportamiento químico con otros hidrocarburos de mayor número de carbono a los citados como ejemplo.
- Consultar qué papel juega el etileno en el proceso de maduración de ciertas frutas.

- Plantear un proyecto de conservación y maduración de frutos de la región.

- ¿Qué reacción se lleva a cabo en los motores de la maquinaria agrícola usados en proceso de producción?

- En las quemas ocurren reacciones químicas. ¿Por qué no todas se pueden apagar de la misma manera o con la misma sustancia? Argumentar la respuesta.

- Consultar algunas reacciones de hidrocarburos que se llevan en el organismo de los seres vivos.

Alcoholes, fenoles, éteres y epóxidos

- Los Alcoholes R – O – H
- Los Fenoles A_R – OH
- Los Éteres R – O – R
- Los Epóxidos

El alcohol ¿qué efectos nos causa?

Las bebidas alcohólicas más antiguas fueron producto de la fermentación, con contenido alcohólico bajo, es decir cervezas y vino. Cuando los árabes llevaron a Europa en la Edad Media, la ciencia de la destilación, los alquimistas creyeron que el alcohol era el elixir de la vida. Se sostuvo que el alcohol era un remedio para todas las enfermedades como lo indica la palabra Whiskey (del gaélico "usquebaugh" que significa agua de la vida). También se obtenía alcohol calentando madera en ausencia de aire, a este se le llamó alcohol de madera.

El etanol, en forma de bebida alcohólica, es unas de las drogas más utilizadas en la sociedad contemporánea. Junto con la marihuana, la cocaína, la morfina y el LSD, es una de las causas importantes de la descomposición social, como también de los tóxicos más mortales para el organismo humano.

El alcoholismo disminuye la vida media de las personas entre 8 y 12 años, la vez que incrementa de 2 a 3 veces la probabilidad de sufrir trastornos de circulatorios, cirrosis hepática, gastritis, enfermedades respiratorias y otros traumas. El efecto sobre el sistema nervioso, lo estimula en un principio, pero al aumentar su concentración se convierte en un depresor que afecta el cerebro, propicia interrupciones de los impulsos nerviosos y disminuye la velocidad de respuesta de estímulos. Concentraciones hasta 0,1% las personas se sienten animadas, sin tensiones o ansiedades. A medida que aumenta la cantidad de alcohol, se va perdiendo coordinación muscular, se perturba el habla, se hace difícil entender e interpretar los que se ve y escucha. Concentraciones mayores a 0,4% pueden resultar en un delirio, perdida de la conciencia, temperatura subnormal, trastornos circulatorios, fuertes y continuos ronquidos, en extremos se llega al estado de cómo como y aún a la muerte.

Los alcoholes R - O - H

Se denominan alcoholes los compuestos que contiene el grupo funcional **0H**$^-$ en sus moléculas. Este grupo funcional determina las propiedades características de la familia. Pueden considerarse como derivados de los hidrocarburos por sustitución de uno o más hidrógenos por grupos hidroxilos. Cuando él grupo OH^- se encuentra unido directamente al grupo aromático se llaman *fenoles,* presenta propiedades que difieren de los alcoholes alifáticos.

Como se designa el nombre de los alcoholes

- Seleccione la cadena más larga que tenga el grupo hidroxilo. Cambie la **0** final del nombre del hidrocarburo correspondiente a esta cadena por el sufijo **OL.**

- Enumere la cadena en tal sentido que l grupo funcional ($OH^{-)}$ le corresponda el número más bajo posible. Si existen dos, tres o más grupos de 0H, utilice los prefijos di, tri, tetra.

- Indique las posiciones de grupos de sustituyentes y enlaces múltiples por el correspondiente número de la cadena.

Para los alcoholes más sencillos se usa el nombre común o vulgar, se cita la palabra alcohol y luego en nombre del radical y el sufijo **ICO**. Ejemplo: Alcohol etílico, alcohol metílico, propílico.

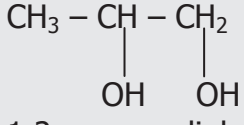
Estructura y Clasificación

R - OH alcohol alifático $A_R - CH_2 - OH$ alcohol aromático

Los alcoholes pueden tener uno o más grupos OH: se clasifican como monohidroxílicos, dihidroxílicos, trihidroxílicos y polihidroxílicos.

Ejemplos.

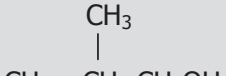
$CH_3 - CH_2 - OH$ Etanol



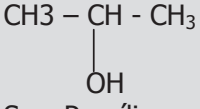
1,2 propanodiol

Los alcoholes pueden ser primarios, secundarios o terciarios **OH-**; según que el grupo o **OH^-** esté unido a un carbono primario, secundario, o terciario.

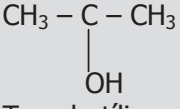
Ejemplos:



Propanol



Sec. Propílico



Ter - butílico

Los alcoholes insaturados R – CH CH – CH_2OH son inestables.

Propiedades físicas

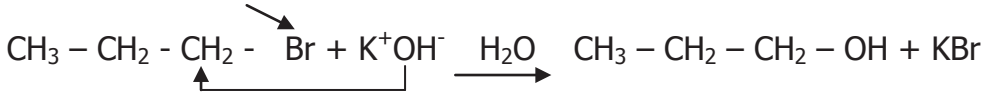
Los 11 primeros de la serie son líquidos incoloros solubles en agua dado al refuerzo de los puentes de hidrógeno. A partir del de 6 carbonos son aceitosos.

Los demás son sólidos. A mayor peso molecular mayor densidad, punto de fusión y ebullición en comparación con los de los hidrocarburos de peso molecular semejante. Generalmente son menos densos que el agua.

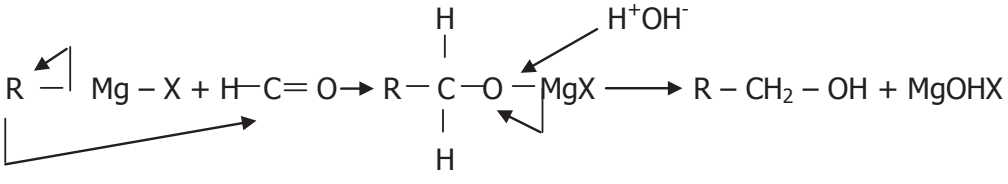
Como se obtienen los alcoholes

Los alcoholes al igual que otras sustancias químicas se suelen obtener en el laboratorio o industrialmente.

A partir de un halogenuro de alquilo con una base fuerte disuelta en agua



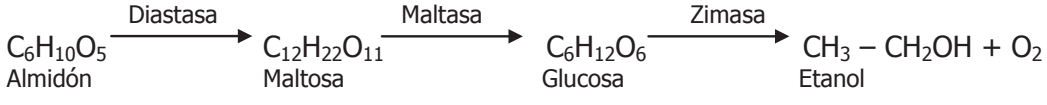
Por reacción del reactivo de Grignard con aldehídos o cetonas



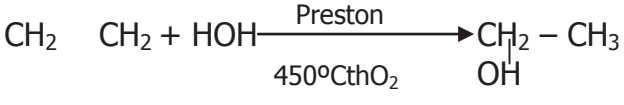
El mecanismo es idéntico para cualquier aldehído o cualquier cetona. Con el metanal da alcohol primario; con otro aldehído produce alcohol secundario y con una cetona, alcohol terciario.

Proceso de fermentación

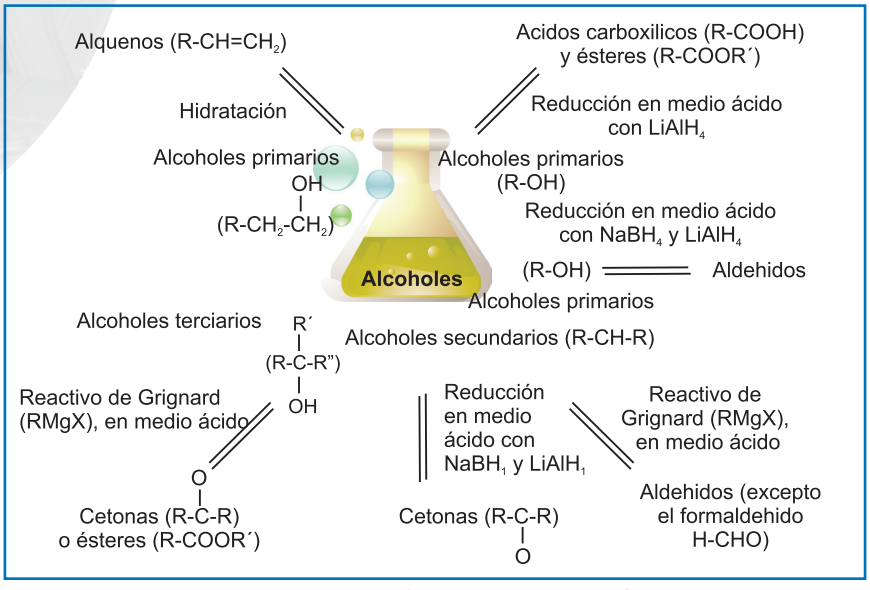
Es muy usado para obtener al alcohol etílico, tan empleado en la industria licorera, farmacéutica y otras más.



Obtención de etanol por hidratación en presencia de óxido de torio como catalizador



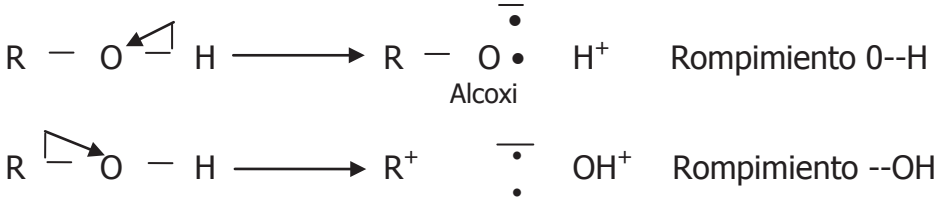
Se aplica el mecanismo de adición heterolítica ya explicado.



Resumen Esquemático de las Diferentes Formas de Obtener Alcoholes

Cómo reaccionan los alcoholes

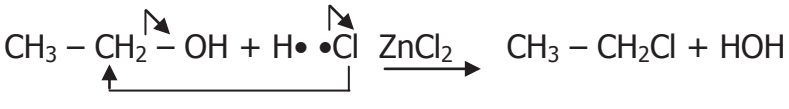
La actividad química de los alcoholes depende fundamentalmente de los enlaces -C-O-H; es decir, existen reacciones en los cuales se rompe el enlace 0-H y reacciones en las cuales se rompe el enlace C-0.



Ion alquil carbonio

En el primer caso el oxígeno será atacado por un reactivo electrofílico y en el segundo el lon alquil carbonio será atacado por un nucleofílico.

Reacción de un alcohol con el reactivo de Lucas



Deshidratación de un alcohol

En esta reacción se da el desprendimiento de agua entre el OH y el H adyacente formándose el alqueno respectivo.

Deshidratante

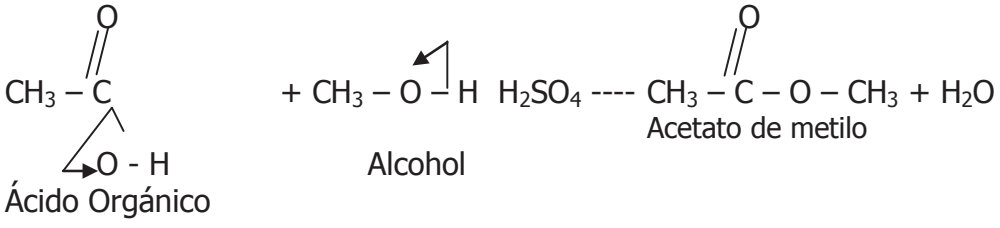
$$R—CH_2--CH_2OH \text{ ---------- } R—CH=CH_2 + H_20$$

$$CH_3 – CH_2 – CH_2 – CH_2\text{-}OH \text{ ---------- } CH_3 – CH_2 – CH=CH_2 + H_2O$$

Butanol-1 Buteno-n

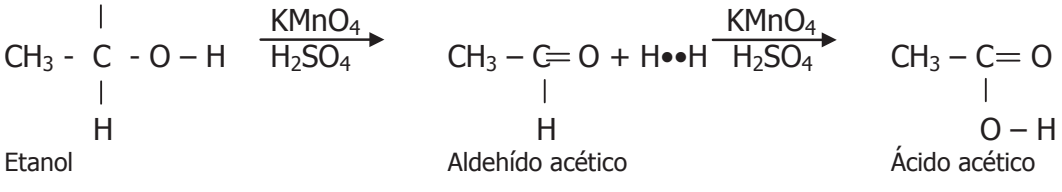
La esterificación por reacción con un R – COOH

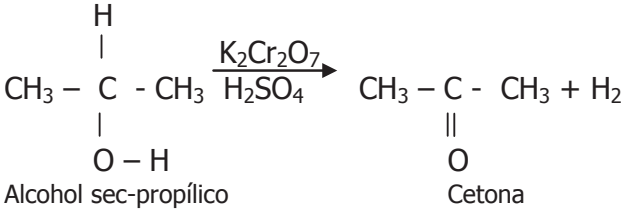
Los alcoholes reaccionan con los oxácidos formando esteres y agua. La reacción reversible.



Oxidación de un alcohol primario o secundario

Los alcoholes primarios se oxidan fácilmente a aldehídos y posteriormente a ácidos; los secundarios se oxidan a cetonas, pero los terciarios no sufren ninguna oxidación. La reacción se efectúa con mezcla sulfocromica.





Lo mismo se logra tratando los alcoholes con cobre. Los primarios calentándolos a 500°C y los secúndanos a 300°C.

Deshidrogenación catalítica

Algunos metales como la Ag y el Cu son capaces de retirar el hidrógeno de las moléculas de alcohol, para producir aldehído o cetona correspondiente.

Deshidrigenacion

$R—CH_2OH$ ---------- R--CHO $R—CHOH—R$ -------- $R_1—CO—R_2$

Alcohol 1º **Aldehído** **Alcohol 2º** **Cetona**

El impacto de los alcoholes

Los alcoholes son útiles en la industria como disolventes o como materia prima en la fabricación de muchos productos. El alcohol etílico se usa en la medicina, en la farmacología en la asepsia y en la gran industria licorera.

Todos los alcoholes son tóxicos en mayor o menor grado. El consumo de alcohol etílico en los licores, es uno de los flagelos de deterioro que sufre la humanidad.

El impacto negativo se hace presente en la degradación de la persona y en todos los problemas sociales que del alcoholismo se derivan.

¿A qué se debe el Aroma en ciertas Planta?

Las plantas presentan algunos alcoholes y fenoles. El eugenol se extrae de la planta de clavo (Eugenia caryphyllata) usado en condimentación de alimentos y odontología, en esta ultima por su acción antiséptica y cáustica.

El mentol se extrae de la planta Menta piperiíta de uso como base de ungüentos, linimentos para tratar dolores musculares, en la fábrica de cigarrillos mentolados, en perfumería y en inhalaciones para combatir la tos.

Algunos alcoholes como el linalol obtenido de la albahaca, el geraniol y el borneol de una planta herbácea llamada coriandro, utilizado en perfumerías por su aroma. El fenol carvaerol extraído del orégano de amplio uso como desinfectante y síntesis de otros compuestos orgánicos.

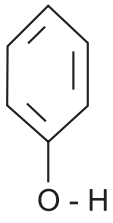
Taller

- ¿Qué técnica química se usa desde la antigüedad en la obtención del alcohol?
- ¿Qué problema social plantea la lectura?
- ¿Qué efectos colaterales conlleva el consumo excesivo del alcohol?
- Consultar sobre la influencia que tiene el consumo de bebidas alcohólicas en el aumento del colesterol. Consecuencias fisiológicas de este aumento.
- ¿Qué efectos del alcohol son los más comunes a medida que consume el alcohol?
- ¿Qué otro título podría tener la anterior lectura?
- ¿Qué aromas conoce de los referenciados en la lectura?
- ¿Qué aromas se usan con más frecuencia en la región? ¿En qué procesos se los usa?
- ¿Qué conocimientos se necesitan para la obtención de los aromas de las plantas?
- ¿Con qué temática de estudio se relaciona la lectura anterior?

Los fenoles A_r - Oh

Los fenoles A_R - OH son compuestos de un radical aromático unido al grupo OH, pero no son alcoholes, tienen muchas diferencias respecto a los alcoholes en cuanto a sus reacciones químicas. Abunda en la naturaleza y se emplea como intermediario en la síntesis industrial de adhesivos y antisépticos.

Presentan características débilmente ácidas:



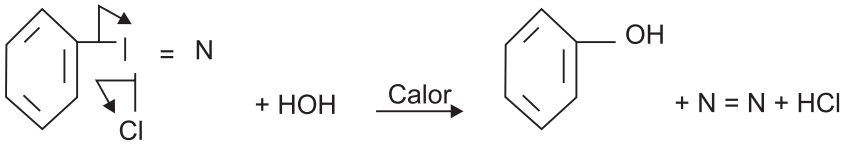
El fenol derivado del benceno es el más utilizado. También existen los fenoles naftol, antranol y fenantranol derivados del naftaleno, antraceno y fenantreno respectivamente.

El fenol puede romper el enlace O••H, puede romper C••H y sustituir el hidróge-no. Puede romper los enlaces dobles por adición de hidrógeno; también podría sustituir el OH por un radical nitro NO_2^-, amino: NH_2^- y el grupo HSO_3^-

Obtención de los fenoles

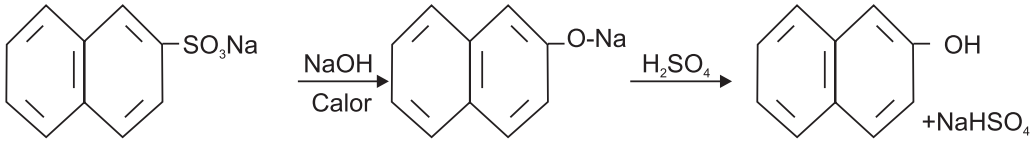
Industrialmente se obtienen del alquitrán de hulla y de aceites de algunas plantas.

Por hidrólisis de las sales de Diazonio



Cloruro de fenil diazonio

A partir de sulfonatos sódicos por fusión



2-naftaleno sulfonato de Na 2 Naftoato de Na 2 -naftol

¿En donde Encontramos Éteres?

Por su aroma agradable los éteres son utilizados en la industria de la perfumería. Se extrae de algunas plantas como el eucaliptol, obtenido de las hojas del árbol eucalipto (Eucaliptus globulos), usado para tratar resfriados, tos y afecciones respiratorias.

El anetol se extrae del anís planta umbilifera, de uso en la perfumería, como saborizante en cremas dentales, en la fotografía y como expectorante.

El safrol, éter obtenido del árbol sasafrás de la familia de las lauráceas. Empleado en perfumería, síntesis de la heliotropina y en la desnaturalización de grasas.

El guayacol, éter que se encuentra en el aceite esencial del Pinus mugo, se utiliza como expectorante en el organismo.

Los éteres R - O - R

Son compuestos que tienen en sus moléculas un átomo de oxígeno unido directamente a dos radicales alquílicos o arílicos. Pueden resultar las siguientes estructuras generales.

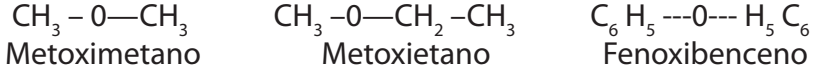
R_1-0-R_2	R-0-Ar	Ar-0-Ar'
Alifáticos	Alifoaromáticos	Aromáticos

Si los dos radicales son iguales. Los éteres se llaman simples o simétricos, en caso contrario se le llama mixtos o asimétricos.

Los éteres son considerados como derivados de los hidrocarburos por sustitución de un hidrógeno por un grupo R - O••. También se forman por sustitución del hidrógeno del OH de los alcoholes por un radical.

Nomenclatura

La nomenclatura internacional utiliza el sufijo **oxi** unido al nombre de uno de los radicales, que se considera como un grupo sustituyente del otro radical, generalmente el mayor.



Otra manera de nombrar los éteres es dando un nombre completo a los radicales con el sufijo **ico** y el prefijo **di** si son simétricos. Algunos autores acostumbran suprimir el prefijo di, o nombrar los radicales sin sufijo.

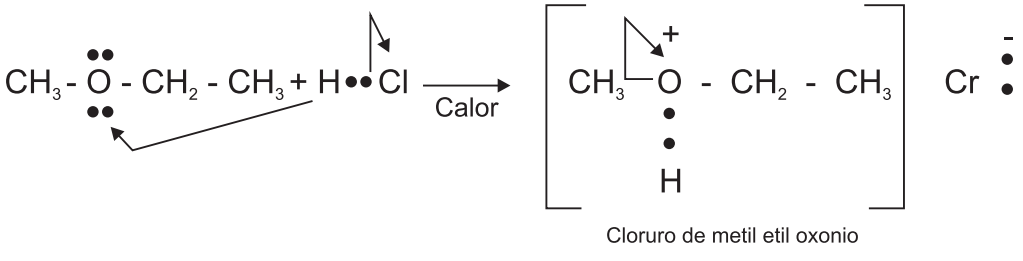
Propiedades químicas

Los éteres se caracterizan por su alta inercia química, son agentes muy estables a las bases, agentes oxidantes y a los reductores. Su principal reacción es el clivaje, que consiste en el rompimiento de la molécula por la acción de haloácido.

Reacciona con los haloácidos

R-O-R + HX ---------- RX + ROH

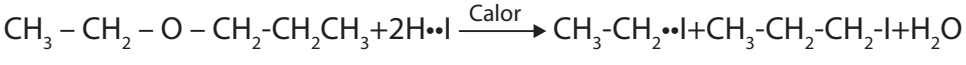
Éter Haloácido Halogenuro de alquilo Alcohol



Cloruro de metil etil oxonio

CH_3 –Cl + **CH_3 – CH_2 - O – H**

Siempre se forma el *alcohol del mayor radical.* En el caso de los éteres asimétricos. *Con* HI *en Exceso y Calor dan* 2R – I o sea derivados halogenados.



El orden de reactividad para los haloácidos es: HI> **HBr> HCl**

Obtención de los éteres

- Por Deshidratación de Alcoholes: se utiliza como catalizador el ácido sulfúrico, las condiciones de reacción adecuadas.

$2R—OH$ ---------- $R—O—R + H_20$ $2CH_3 –CH_2 OH$------ CH_3- CH_2-0-CH_2-CH_3
Alcohol Eter Etanol Eter Dietilico

- A Partir de un Haluro: reacción llamada síntesis de williamson, raciona un halogenuro y un alcóxido.

CH_3-Cl + Na-0-CH_2 –CH_3 -------- CH_3 –0—CH_2—CH_3 + NaCL
Clorometano Etóxido de sodio Metiletileter

Consultar otras reacciones pata éteres

Uso de los éteres

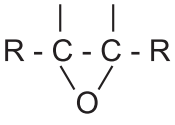
En el laboratorio de química se emplea como disolvente, especialmente de sustancias orgánicas. En la industria se emplea en la fabricación de los compuestos de GRIGNARD y para obtener bajas temperaturas mezcladas con la nieve carbónica. En algunos casos se usa como anestésico, pero tiene efectos secundarios en riñones y sistema respiratorio, por lo que su uso es restringido.

También se usa como combustible, como medio de reacción, como purificador, como desecante y como materia prima en la industria.

Taller

- ¿Cuál es la idea central de la lectura anterior?
- ¿Con qué tema de la química se relaciona?
- ¿Que otros aromas de origen vegetal hay en nuestro medio?
- ¿Qué éteres hay en la región y para qué se usan?

Los epóxidos

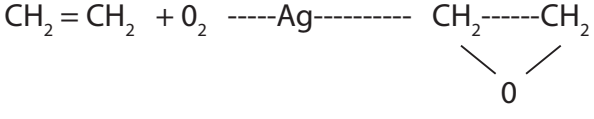


Son compuestos que tienen su en el oxido de etileno, que es el más sencillo de ellos. Su fórmula general es:

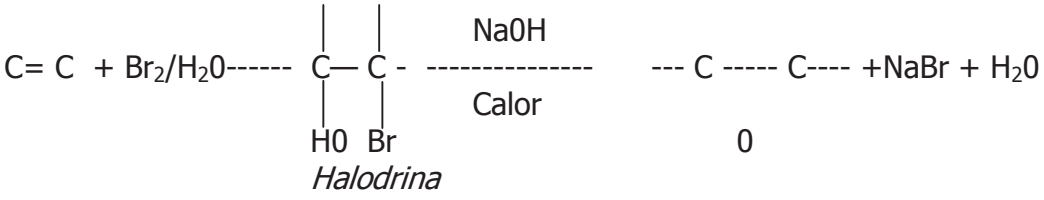
También se les ha considerado como éteres cíclicos, xiranos u óxidos de alquenos; los epóxidos reaccionan con facilidad debido a la gran tensión en su anillo ciclo.

Como se preparan

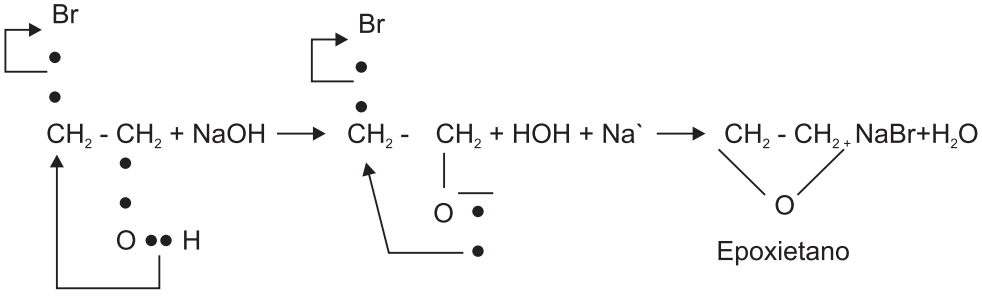
- Oxidación de Alquenos: la principal fuente de obtención son los alquenos. El óxido de etileno se obtiene calentando el etileno con aire, como catalizador Ag metálica finamente dividida.



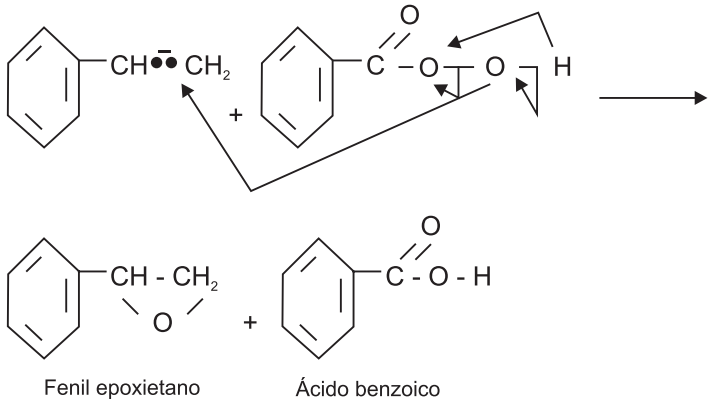
- Tratando Alquenos con Br_2 / H_20 y luego en medio básico:



- A Partir de Halohidrinas:

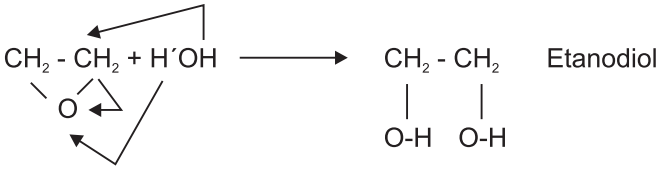


- Por peroxidación de dobles enlaces carbono:

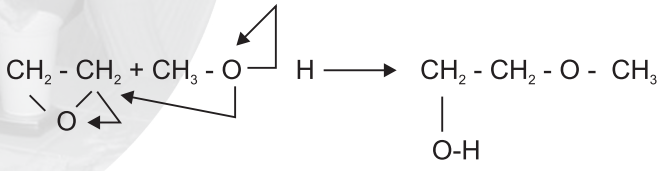


Reacción química de los epóxidos

- Hidrólisis:

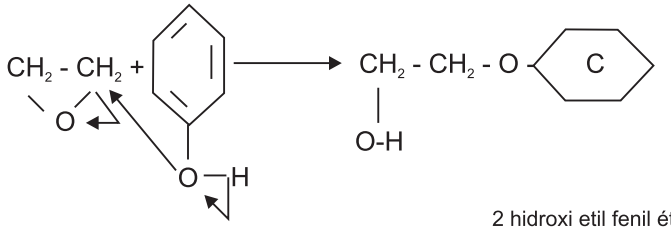


- Alcohólisis:



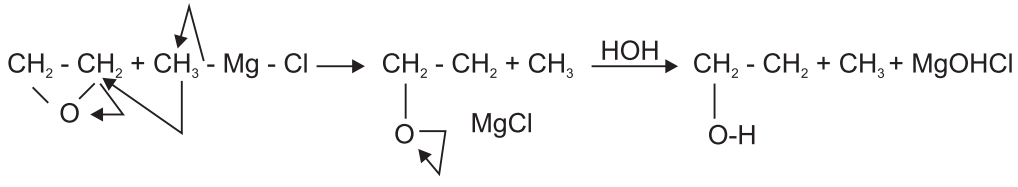
Metil, beta hidroxi etil éter

- Reacción de los fenoles:

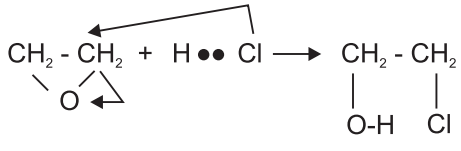


2 hidroxi etil fenil éter

- Reacción con el R-Mg-X y posterior hidrólisis:

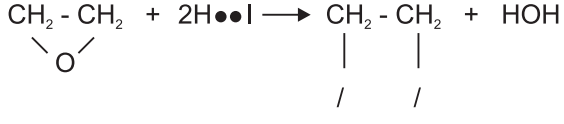


- Reacción con HCl o HBr:



2 cloro etanol

- Reacción con HI en exceso:



Taller

- Identificar la función alcohol dada una lista estructural de diferentes funciones de química orgánica.
- Consultar sobre las generalidades de los alcoholes, éteres y epóxidos.
- Elaborar un diagrama comparativo de similitudes y diferencias.
- Consultar y analizar otros métodos para obtener alcoholes, éteres y épóxidos, aplicar realizando ecuaciones químicas similares a las que aporta la información.
- Elaborar una lista de compuestos orgánicos estudiados en la temática anterior y que son de uso cotidiano en el hogar o granja. ¿Cómo los usan?
- Elaborar la fórmula química de los compuestos químicos de los alcoholes, fenoles y éteres que son de uso frecuente por los moradores de la región.
- ¿Por qué el alcohol es terapéutico y antiséptico?
- Consultar sobre el proceso de la fermentación.
- Elaborar ejercicios sobre notación y nomenclatura de la temática estudiada y socializarla con los compañeros.
- Consultar los diferentes alcoholes que se obtienen de productos vegetales regionales y buscar su aplicación.
- Hacer ejercicios sobre métodos de obtención de alcoholes y éteres. Analizar dichas reacciones con los compañeros.

- Consultar sobre la metodología de la fermentación: ¿Qué productos se obtienen? Describir el proceso de fermentación que es usado en el medio donde vive.
- ¿Qué papel juega la levadura en la fermentación?
- Consultar los diferentes procesos que se usan para la obtención de sustancias aromatizantes de los vegetales regionales.
- Consultar sobre el uso del alcohol como combustible de los automotores y los motores de uso en las granjas.
- Plantear un proyecto que conlleve al cambio del monocultivo regional hacia otros cultivos que permitan obtener alcoholes y éteres en el ámbito industrial.
- Consultar y discutir críticamente sobre los efectos de ingerir alcohol adulterado.
- Elaborar proyectos que prevengan y reduzcan los índices de alcoholismo y el impacto de esta enfermedad.

¿Dónde encontrar Aldehídos y Cetonas?

Tomado de Spin Química II.

En el medio que vivimos y aun dentro de nosotros mismos encontramos los aldehídos y cetonas, solo vasta escudriñar mediante el estudio estos rincones de la naturaleza.

Los carbohidratos o azucares tiene en su estructura el grupo funcional aldehído como: la ribosa, la arabinosa, la glucosa, la galactosa entre otros, se les conoce como aldosas.

En el aceite de almendras amargas se encuentra el Bezaldehido, empleado en los cosméticos, jabones y como disolvente.

La vainilla, con aroma y sabor característico se extrae en la corteza de la planta trepadora de vainilla, con esta se preparan sabores artificiales. El citral, aldehído insaturado que se encuentra en e limón y otras plantas como el citrón, posee aroma característico. Se usa en perfumería.

Las cetonas a igual que los aldehídos se encuentran en plantas y animales. Así en nuestro organismo se encuentran cetonas como es la cortisona, la progesterona, la testosterona y la insulina. Alteraciones metabólicas de estas dentro nuestro organismo; pueden ocasionar deficiencia o aumento de estos compuestos cetónicos originando enfermedades como la diabetes millitus.

La muscona, es una cetona que se encuentra en la glándula del almizclero (mamífero del tamaño de una cabra), bajo la piel de su vientre, cerca de los genitales. El líquido que secreta esta glándula se llama almizcle, el cual contiene la muscona, que posee olor fuerte, es de color parduzco, sabor amargo el cual se usa en la perfumería.

Aunque no todas las cetonas se encuentran en la naturaleza alguna se sintetiza dando el aroma de las flores como es el caso de la ionona, cuyo olor es similar al de la violeta. Se emplea en la industria de los perfumes.

El grupo carbonilo – aldehídos y cetonas

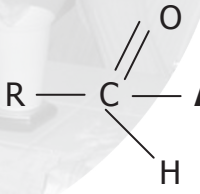
- Estructura y Nomenclatura
- Propiedades Físicas
- Obtención de Aldehídos y Cetonas
- Reacciones o Propiedades Químicas del $C=O$—

Los Aldehídos y cetonas se caracterizan por la presencia del grupo funcional:

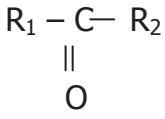
R-C=0, conocido como *grupo carbonilo*. Los compuestos que tienen por lo menos un átomo de hidrógeno unido al grupo carbonilo, corresponden al grupo funcional *aldehídos* y si hay sustituyentes o radicales diferentes al hidrógeno (R = alifáticos; Ar= aromáticos) unidos al grupo carbonilo se encuentran *acetonas.*

Los aldehídos se diferencian estructuralmente de las *cetonas* en que tiene el grupo carbonilo en un extremo de la cadena. Tanto aldehídos como cetona suelen llamarse compuestos carbonílicos.

Estructuras generales



Aldehído

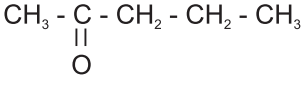


Cetona

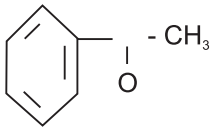
Los aldehídos y las cetonas suelen tener comportamientos semejantes, pero la diferencia en su grupo funcional hace que los aldehídos se oxiden con mayor facilidad y que sean más reactivos en las adiciones nucleofílicas características del grupo carbonilo.

Como se nombran los aldehídos

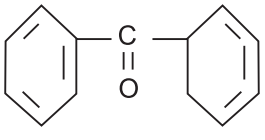
Según la nomenclatura IUPAC, se selecciona la cadena más larga que contiene el grupo carbonilo. Luego se nombran cambiando la terminación *ano* del alcano por *al*. El carbono del grupo carbonilo lleva el numero uno y si se trata de señalar por las letras del alfabeto griego el carbono número dos, (el que sigue el grupo funcional carbonilo) llevará la letra alfa; los sustituyentes se indican por el número de posición en la cadena.



2 pentanona o metil, propil cetona



Acetofenona o metil fenil cetona



Benzofenona o dienil cetona

Consultar las estructuras moleculares de los siguientes aldehídos:

- 3- clorobutanal
- 5- bromo – 2 – hidroxi – hexenal
- 3 - nitro – 4 – pentinal
- 4 – hidroxi – 2 – metil – 2 – pentenal
- metoxipropanal

Propiedades físicas

Las características del grupo carbonilo donde el oxígeno tiene mayor poder para inducir electrones, hace que la estructura de los compuestos carbonílicos sea polar.

Por esta razón tendrán puntos de ebullición más altos que los compuestos no polares de igual peso molecular. El hecho de no poder hacer puentes de hidrógeno, como los alcoholes y los ácidos, hace que los puntos de ebullición de los compuestos carbonílicos no sean tan bajos como los de hidrocarburos de igual peso, a causa de la polaridad de sus moléculas.

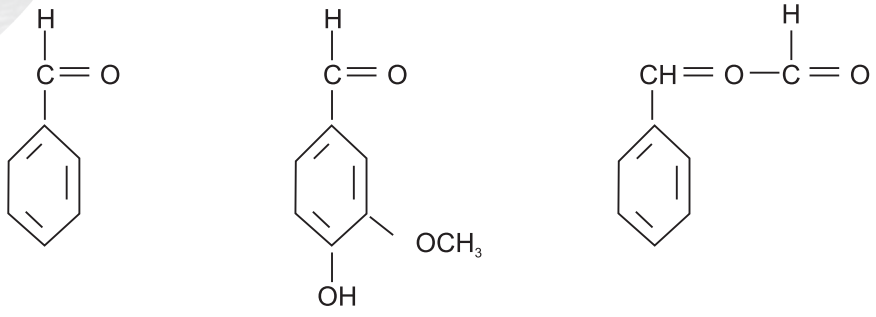
Los aldehídos y las cetonas son prácticamente insolubles en agua, con excepción de los compuestos de cuatro o c menos carbonos, muestran una solubilidad apreciable, los de cinco carbonos en adelante suelen ser solubles en solventes orgánicos.

Los aldehídos siguientes de C_5 son líquidos y del C_{13} en adelante son sólidos. Las cetonas son líquidas hasta la decanona y las demás sólidas.

Los aldehídos de bajo peso molecular tienen olores penetrantes y los de alto peso molecular suelen tener aromas desagradables. Estos se encuentran en al-

gunos vegetales. En el geranio se encuentra el aldehído de 9 carbonos (nonanal).

Algunas cetonas también presentan olores fragantes:



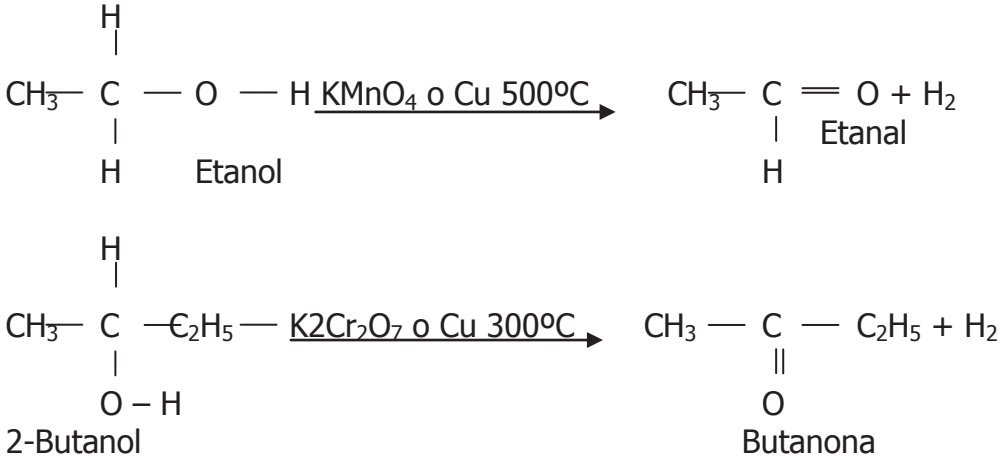
Benzaldehido
Sabor a almendras

Vainillina
En la esencia de la vainilla

Cinamaldehido
Sabor a canela

Obtención de aldehídos y cetonas

Por oxidación de alcoholes primarios o secundarios respectivamente

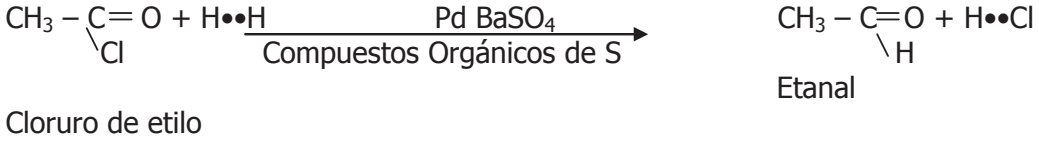


Reacciones ya estudiadas en los alcoholes.

Preparación de aldehídos

Reducción catalítica de cloruros de acilo

Esta reacción se llama *de Rosenmund***,** se emplea para la obtención de *aldehídos únicamente***.** Parte de cloruros de acilo y utiliza como catalizador el paladio suspendido sobre el sulfato de bario.



Cloruro de etilo

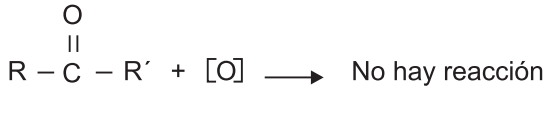
Etanal

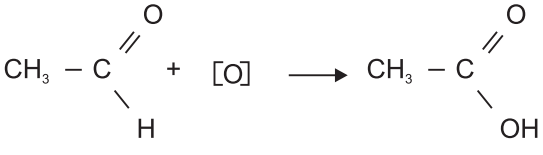
Consultar la reacción de acilación de Freídle - Crafts

Reacciones químicas del grupo carbonilo

Oxidación

Los aldehídos y cetonas se diferencian en su comportamiento frente a diferentes oxidantes. Los aldehídos se oxidan con facilidad para producir ácidos orgánicos, las cetonas resisten a la oxidación.

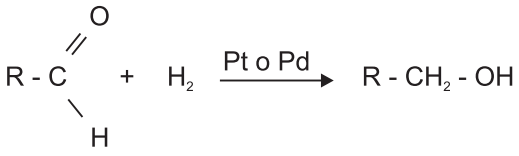


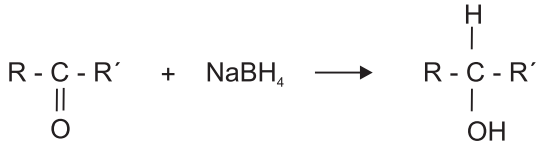


Los aldehídos se oxidan con facilidad con agentes oxidantes moderados como el *reactivo de Tollens.*

Reducción

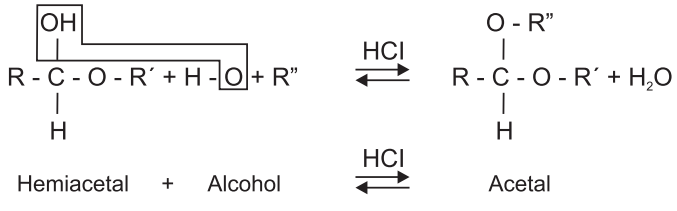
Los aldehídos y cetonas pueden reducirse a alcoholes primarios y alcoholes secundarios respectivamente, por hidrogenación catalítica o Hli o $NaBH_4$

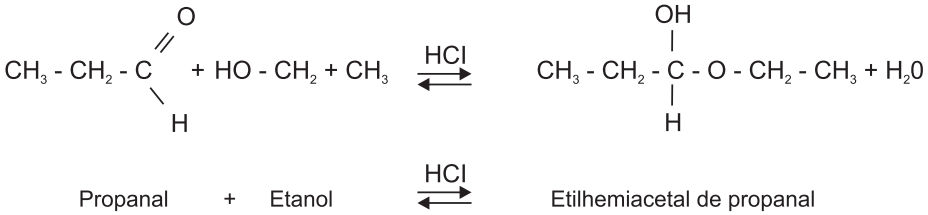


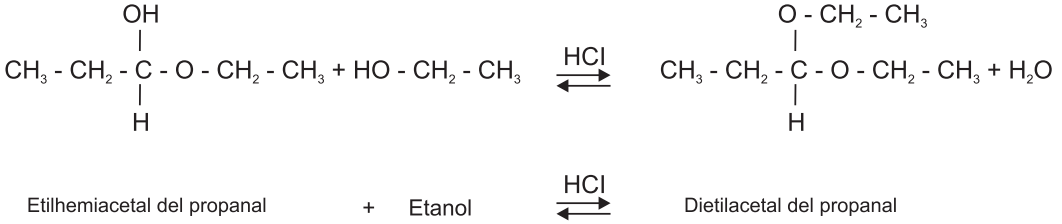


Adición de alcoholes

El doble enlace del grupo carbonilo C=O, así como lo hacen los alquenos, dan reacciones de adición. Los alcoholes se adicionan a los aldehídos para dar *hemiacetales* y a las acetonas para dar *hemicetales***.** Estos dos grupos tienen importancia en la química de carbohidratos.



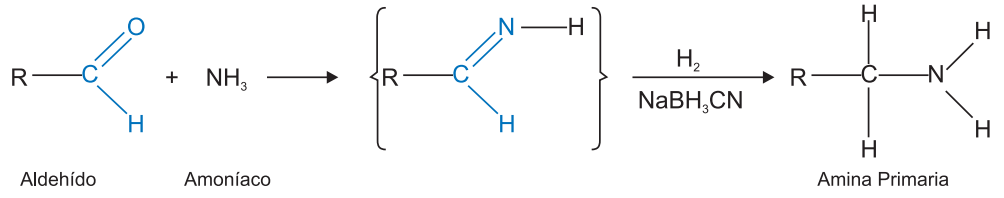


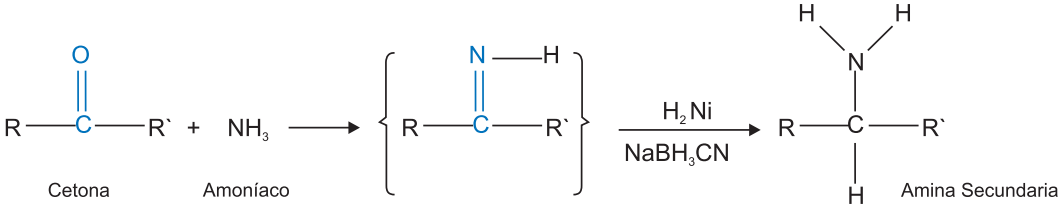


Formación de Hemiacetales y Acetales

La Animación

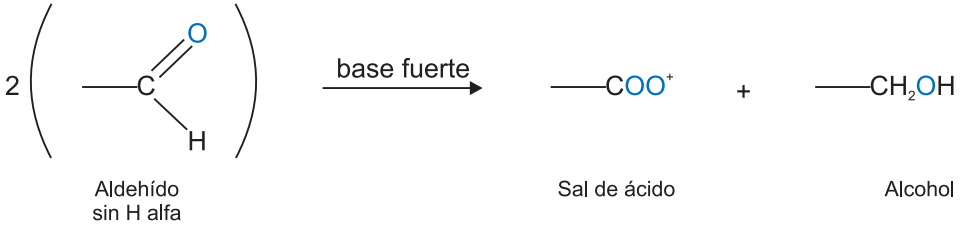
Los aldehídos o cetonas se reducen en presencia de amoniaco, usando como catalizador $NaBH_3CN$ (cianoborohidruro de sodio):





Reducción de Cannizaro

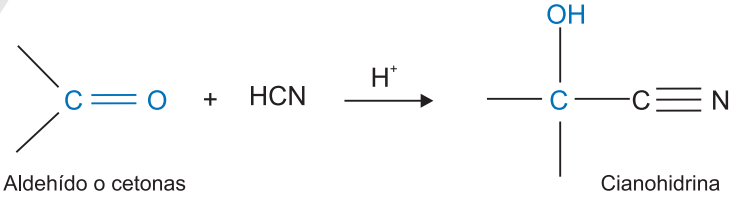
Se presenta en aldehídos que no tiene hidrógeno alfa, por lo tanto no dan condensación aldolica. Al tratarse con Na0H o K0H concentrado conduce a la formación de una sal del ácido más un alcohol.



Esta reacción suele estar catalizada por ácidos y por ello Y^+ será un Protón H^+.

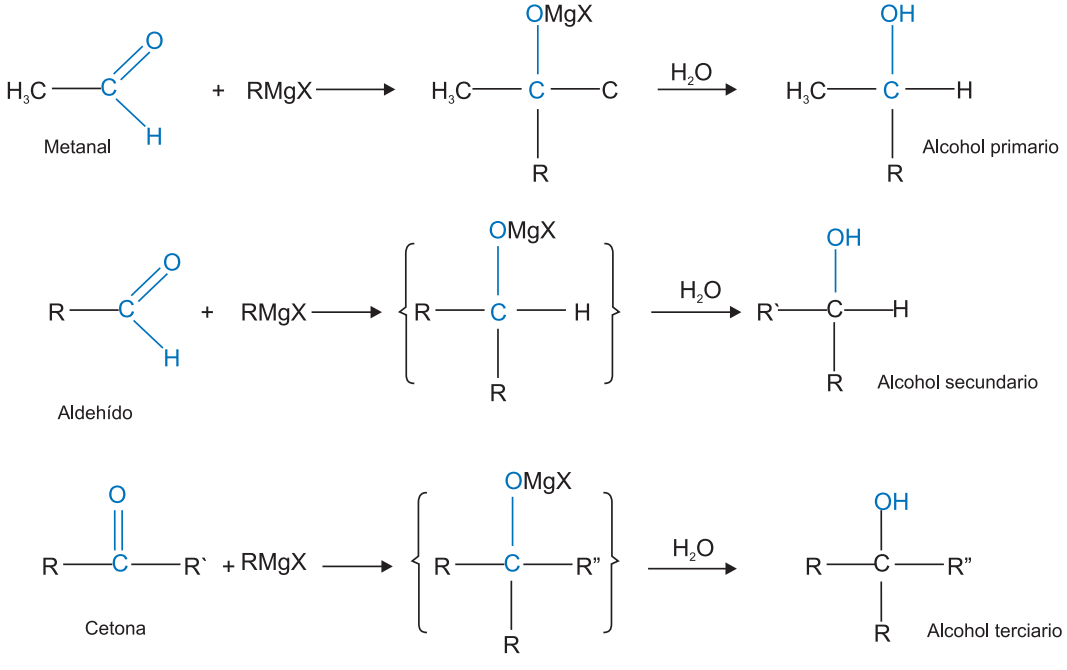
Adición de Cianuros o Nitrilos para Formar Cianohidrínas

Al hacer reaccionar el HCN con aldehídos y cetonas se forman cianohidrínas, las cuales se pueden hidrolizar a hidrácidos o ácidos no saturados.

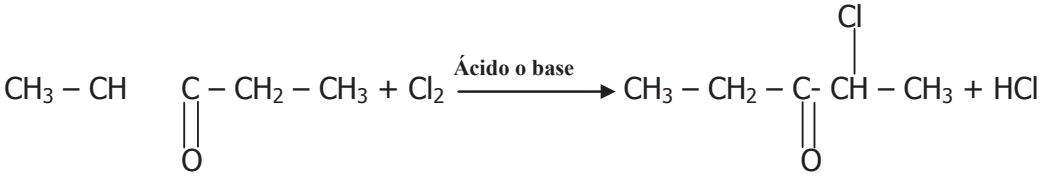


Adición del Reactivo de Grignard R-Mg-X

Se forman alcoholes. El metanal da alcohol primario, los aldehídos dan alcoholes secundarios y las cetonas dan alcoholes terciarios.



Halogenación de Cetonas



Alfa cloro etil etil cetona

La halogenación se realiza en la posición alfa.

Taller

- ¿Cuál es la idea central de la lectura anterior?
- ¿Qué características comunes presentan los aldehídos y las cetonas?
- Realizar la notación y nomenclatura correcta de algunos compuestos carboxílicos simples.
- ¿Cuál es la diferencia estructural entre los aldehídos y cetonas? ¿Qué propiedades hacen que sean distintas?
- Consultar y analizar sobre propiedades físicas y fuentes naturales de obtención de compuestos carboxílicos.
- Consultar que aldehídos o cetonas hacen parte de los perfumes y lociones de uso cotidiano. Escribir su formula química.
- Identificar que aldehídos y cetonas hacen parte de los compuestos agroquímicos usados en el medio.
- Referenciar algunos métodos de los que se pueden obtener aldehídos y cetonas. Efectuar ejercicios de aplicación.
- ¿Qué beneficios traen los adheridos y cetonas?
- ¿Cómo diferenciar un aldehído de una cetona?
- ¿Qué importancia en el ámbito industrial y productivo tienen los aldehídos y cetonas?
- Socializar los ejercicios sobre la notación y nomenclatura en aldehídos y cetonas realizado de forma individual. Analizarlos.

- Los aldehídos y cetonas son polares. ¿Qué significado tiene? ¿Qué relación tiene con el comportamiento químico?

- Escribir los correspondientes aldehídos y cetonas que se obtienen a partir del butanol-2, etanol, octanol-3. Discutir la respuesta.

- ¿Qué efectos fisiológicos causan en el organismo, la alteración de nuestras hormonas que contienen acetonas o aldehídos?

- Algunos procesadores le agregan formol a la leche. ¿Qué daños ocasiona en las personas que lo consumen? Justificar la afirmación.

- En el ámbito de salud, industria y productividad, ¿qué importancia tiene el estudio de los aldehídos y cetonas?
- ¿Qué efectos negativos sobre el medio ambiente ocasionan el verter residuos de estos compuestos?

- ¿Qué alteraciones fisiológicas se ocasiona en las personas que inhalan o ponen en contacto con la piel en forma continua, la acetona y el formol?

- ¿Por qué la acetona esta de uso limitado en nuestro país?

B. A nivel de Matemáticas

Las probabilidades y sus aplicaciones

Actualmente, los estadísticos han desarrollado el arte y la ciencia de la recolección de datos hasta el punto de que pueden hacer con frecuencia predicciones notoriamente fiables, predicciones de sucesos futuros basadas en lo ocurrido en el pasado, y predicciones de propiedades de una población entera basadas en datos tomados de una muestra pequeña. Al proceder así, están ampliando al mundo viviente impredecible en alto grado algunas de las precisiones que los matemáticos de los siglos XVI y XVII extrajeron de los juegos de azar.

Al mismo tiempo, los matemáticos puros han estado examinando las estructuras íntimas de la propia teoría de la probabilidad, tratando de formular axiomas para dicha teoría al estilo de los que Euclides estableció para la geometría.

La primera axiomatización que se aceptó de modo amplio fue la propuesta por el matemático ruso A. N. Kolmogorov a principios de la década de 1930. Kolmogorov definió la probabilidad como una función del conjunto de números reales comprendidos entre O y 1. El compendio de conjuntos para los cuales esta función está definida constituirá lo que se llama un campo de conjuntos. Esto significa que todos los conjuntos son sub-conjuntos de algún conjunto único *U*, perteneciente él mismo al compendio; la unión y la intersección de dos conjuntos cualesquiera del compendio pertenece al mismo, y el complemento (con respecto a *U)* de cualquier conjunto del compendio pertenece también a éste.

Para que sea una función de probabilidad, Kolmogorov impuso que se satisfagan dos condiciones: en primer lugar, el valor asignado al conjunto vacío es 0 y la probabilidad asignada a *U es 1*. En segundo lugar, si dos conjuntos del campo no tienen elementos en común, entonces la probabilidad de su unión es la suma de las probabilidades de ambos.

Con el grado de abstracción alcanzado por Kolmogorov, estuvo claro que la teoría de la probabilidad tenía mucho en común con otra área de las matemáticas: la teoría de la medida. La teoría de la medida había sido introducida por Émile Borel, Henri-León Lebesgue y otros como un estudio sumamente abstracto del área y del volumen. Su motivación fue la de comprender y generalizar el cálculo desarrollado por Newton y Leibniz en el siglo XVII. Así pues, un campo matemático de estudio que empezó con un intento de ayudar a los jugadores a ganar dinero en los casinos resultados ser fundamentalmente el mismo que el campo que estudia el movimientos y el cambio que percibimos en el mundo, una ilustración impresionan del increíble poder de la abstracción matemática.

Para comprender este núcleo problémico de conocimiento desarrollaremos saberes entorno a:

- Definiciones
- Expresiones
- Eventos excluyentes y no excluyentes
- Eventos Independientes-Dependientes

- Probabilidad Condicional
- Probabilidad Conjunta
- Permutaciones
- Combinaciones

Taller

- Observar y describir los siguientes procesos:

  » Los huevos que ponen 5 gallinas durante una semana
  » Los que ponen en un día
  » Los que ponen en un mes
  » El tamaño de los huevos, etc.
  » El color.
  » Para facilitar las labores cotidianas el hombre ha inventado máquinas o herramientas.
  » Elabore una lista de herramientas o máquinas que se usan en su región.
  » Represente gráficamente su utilidad en la región.
  » ¿Qué es una máquina? ¿Qué es una herramienta?
  » En algunas regiones, se han inventado algunas máquinas con el propósito de facilitar ciertas tareas. ¿Conoce alguna máquina inventada en su región? ¿Qué nombre tiene? ¿Cuál es su propósito? Proyecte su utilidad en la región.

Definiciones fundamentales de probabilidad

A través de la historia se han desarrollado tres enfoques conceptuales diferentes para definir la probabilidad determinar los valores de probabilidad: el clásico, la frecuencia relativa y el subjetivo.

Por el enfoque clásico de la probabilidad, si hay a posibles resultados favorables a la ocurrencia de un evento A y B posibles resultados desfavorables a la

ocurrencia de A, y todos los resultados son igualmente posibles y mutuamente excluyentes, entonces la probabilidad de que ocurra A es:

$$P(A) = \frac{a}{a+b}$$

El enfoque clásico de la probabilidad se basa en la suposición de que cada resultado es igualmente posible. Dado que este enfoqué (cuando se puede aplicar) permite la determinación de los valores de probabilidad antes de observar cualquier evento de muestra, también se ha denominado enfoque a priori.

Ejemplo: En una baraja de naipes que contiene cuatro ases y otras 48 cartas, la probabilidad de obtener un as (A) en una sola sacada es:

$$P(A) = \frac{4}{4+48} = \frac{4}{52} = \frac{1}{13}$$

Por medio del enfoque de frecuencia relativa, la probabilidad se determina sobre la base de la proporción de veces que ocurre un resultado favorable en un número de observaciones o experimentos. No hay una suposición previa de iguales probabilidades. Dado que la determinación de los valores de probabilidad se basa en la observación y recopilación de datos, este enfoque también es llamado enfoque empírico.

Ejemplo: Antes de incluir la cobertura para cierto tipo de problemas fiebre aftosa en las fincas de cierta región un médico Veterinario, El ICA desea determinar la probabilidad de ocurrencia de tales problemas para establecer de acuerdo con ella la tasa de epidemia por finca. Por lo tanto, el estadístico recopila información sobre 10.000 bovinos en las categorías de edad apropiadas y encuentra que 100 bovinos han sufrido un problema de fiebre aftosa durante el año anterior. La probabilidad de ocurrencia es entonces la siguiente:

$$P(A) = \frac{100}{10.000} = 0.01$$ Ò 1%

Tanto el enfoque clásico como el de frecuencia relativa conducen a valores objetivos de probabilidad, en el sentido de que los valores de probabilidad indican a la larga la tasa relativa de ocurrencia del evento. Por el contrario, el enfoque subjetivo de la probabilidad es particularmente adecuado cuando sólo hay una oportunidad de ocurrencia del evento y ocurrirá y no ocurrirá esa sola vez. Por el enfoque subjetivo, la probabilidad de un evento es el grado de creencia por parte de un individuo de que un evento ocurra, basado en toda la evidencia a su disposición. Ya que el valor de probabilidad es un juicio personal, el enfoque subjetivo también se ha determinado enfoque personalista. Este enfoque de la probabilidad se ha desarrollado recientemente y se relaciona con el análisis de decisión bayesiano

Ejemplo: Por razones de impuestos y alternativas de uso de sus fondos, un inversionista ha determinado que la compra de .parcelas de tierra se justifica sólo si hay por lo menos una probabilidad de 0,90 de que el valor de la tierra aumente un 50 por ciento o más en los próximos cuatro años. Al evaluar una cierta parcela, el inversionista estudia los cambios de precio en la región durante los últimos años, considera los niveles actuales de precios, estudia el estado actual y futuro de los proyectos de desarrollo de tierras y revisa las estadísticas relacionadas con el desarrollo económico de toda el área geográfica. Sobre la base de este estudio el inversionista llega a la conclusión de que hay una probabilidad de cerca de 0,75 de que ocurra el alza necesaria en el valor, por lo cual decidió no invertir en las parcelas.

Expresión de la probabilidad

El símbolo P se emplea para designarla probabilidad de un evento, siendo P(A) la probabilidad de ocurrencia de un evento (A) en una sola observación o experimento.

El valor más pequeño que puede obtener un enunciado de probabilidad es O (el cual indica que el evento es imposible) y el valor mayor es 1 (que indica que el evento ciertamente ocurrirá). Entonces, en general:

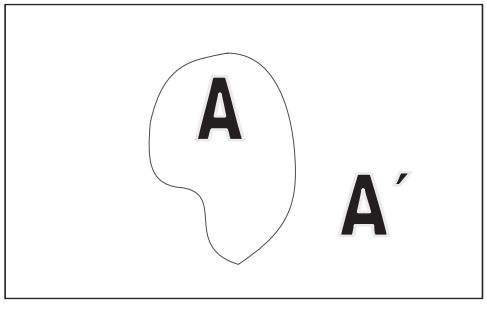
$$0 \leq P(A) \leq 1$$

En una observación o experimento dado, un evento debe ocurrir o no ocurrir. Por lo tanto, la suma de la probabilidad de ocurrencia más la probabilidad de no ocurrencia siempre es igual a 1. De esta manera, donde A' (a complemento) indica la no ocurrencia de un evento A, tenemos:

$$P(A)+P(A')=1$$

El diagrama de Venn es un diagrama relacionado en matemáticas con la teoría de los conjuntos por medio del cual se pueden representar gráficamente los eventos que pueden ocurrir en una observación o experimento particular. Una figura encerrada representa un espacio muestral, y las porciones del área dentro del espacio están destinadas a representar eventos particulares, o clases de eventos, dentro del espacio muestral.

Ejemplo: La figura representa las probabilidades de los dos eventos, A y A' (que se lee "no - A"). Toda el área dentro del diagrama se cuenta, puesto que P(A) + P(A') = 1.



Como una alternativa a los valores de probabilidad, las probabilidades también se pueden expresar en términos de probabilidades a favor. Las probabilidades a favor para la ocurrencia de un evento son

Probabilidad a favor = # de resultados favorables: # de resultados desfavorables

Las probabilidades a favor de 5:2 (se lee "cinco a dos") indican que por cada cinco eventos elementales que constituyen un éxito hay dos eventos elementales que constituyen un fracaso. 1, el valor equivalente de probabilidad a una relación de probabilidades a favor es P = a/ (a + b) = 5/ (5 + 2) = 5/7.

Ejemplo: Supongamos que se define éxito el sacar una figura o un as de 52 cartas bien barajadas. Las probabilidades a favor asociadas con el éxito son 16:36, ó 4:9. La probabilidad de éxito es 167 (16 + 36) = 16/52 = 4/13.

Eventos mutuamente excluyentes y eventos no excluyentes

dos o más eventos son mutuamente excluyentes o disjuntos, si no pueden ocurrir simultáneamente. Es decir, la ocurrencia de un evento impide automáticamente la ocurrencia del otro evento (o eventos). Por ejemplo, supongamos que consideramos los dos eventos "as" y "rey" respecto de una carta sacada de una baraja. Estos dos eventos son mutuamente excluyentes porque cualquier carta dada no puede ser un as y un rey al mismo tiempo.

Dos o más eventos son no excluyentes, o conjuntos, cuando es posible que ocurran ambos. Nótese que esta definición no indica que tales eventos necesariamente deban ocurrir siempre en forma simultánea. Por ejemplo, supongamos que consideramos los dos eventos posibles "as" y "espada". Estos eventos no son mutuamente excluyentes, porque una carta dada puede ser tanto una espada como un as; sin embargo, no siempre cada as es una espada o cada espada es un as.

Ejemplo: En un estudio de comportamiento del consumidor, un analista clasifica la gente que entra a un almacén de equipos de sonido de acuerdo con el sexo ("masculino" o "femenino") y con la edad ("menos de 30" o "30.y más"). Los dos eventos, o clasificaciones, "masculino" y "femenino" son mutuamente excluyentes dado que una persona determinada se clasificaría en una categoría o en la otra. De manera semejante, los eventos "menos de 30" y "30 y más" son también mutuamente excluyentes. Sin embargo, los eventos "masculino" y "menos de o 30" son mutuamente no excluyentes porque una persona aleatoriamente escogida podría tener ambas características.

Reglas de adición

Las reglas de adición se emplean cuando queremos determinar la probabilidad de un evento u otro (o ambos) que ocurren en una sola observación. De manera simbólica, podemos representar la probabilidad de la ocurrencia de un evento A ó de un evento B por P (A ó B). En el lenguaje de la teoría de conjuntos esto se denomina la unión de A y B y la probabilidad se representa por P(A u B).

Hay dos variaciones de la regla de adición, según sean o no los dos eventos mutuamente excluyentes. La regla de adición para eventos mutuamente excluyentes es P(A ó B) - P(A U B) P(A) 4 P(B)

Ejemplo: Al sacar una carta de una baraja de naipes, los eventos "as" (A) y "rey" (R) son mutuamente excluyentes. La probabilidad de sacar ya sea un as o un rey en una sola oportunidad es

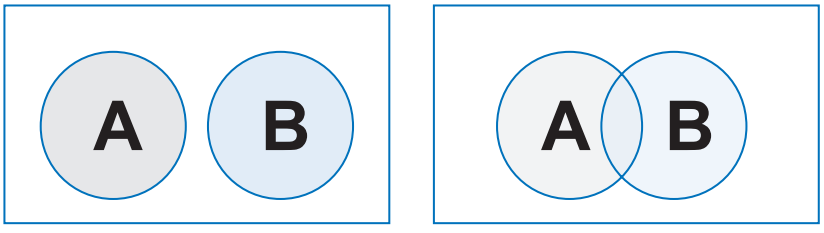
$$P(A \text{ O } K) \qquad P(A) + P(K) \qquad = \quad \frac{4}{52} \quad \frac{4}{52} \quad \frac{8}{52} = \frac{2}{13}$$

Para eventos que son mutuamente no excluyentes, la probabilidad de ocurrencia conjunta de los dos eventos se substrae de la suma. Podemos representar la probabilidad de ocurrencia conjunta por P(A y B). En el lenguaje de la teoría de conjuntos esto se denomina intersección de A y B la probabilidad se representa por P(A n B). De esta manera, la regla de adición para eventos mutuamente no excluyentes es P(A ó B) = P(A) ± P (B) - P(A y B)

La fórmula también se denomina regla general de adición, porque para los eventos que son mutuamente excluyentes el último término siempre será igual, a cero. De esta manera, algebraicamente la fórmula es entonces la misma que la para eventos mutuamente excluyentes.

Los diagramas de Venn se pueden utilizar para describir gráficamente la razón su subyacente en las dos reglas de adición. Observe que en la figura (a), la probabilidad de que ocurra A ó B es conceptualmente equivalente a la suma de la proporción del área incluida en A y B. En la figura (b) para eventos que son mutuamente no excluyentes, se incluyen algunos elementos comunes a A y B; de esta manera, existe superposición entre estos conjuntos de eventos. Cuando

las áreas incluidas en A y B se suman juntas para aquellos eventos que son mutuamente no excluyentes, el área de superposición es sumada en esencia dos veces. De esta manera, la razón para substraer P(A y B) en la regla de adición para eventos no excluyentes, es corregir la suma para la superposición representada en el diagrama de Venn.



Eventos independientes, eventos dependientes y probabilidad condicional

Dos eventos son independientes cuando la ocurrencia o no ocurrencia de un evento no tiene efecto sobre la probabilidad de ocurrencia del otro. Dos eventos son dependientes cuando la ocurrencia o no ocurrencia de uno de ellos afecta la probabilidad de ocurrencia del otro evento.

Ejemplo: Los resultados de lanzar al aire dos veces sucesivamente una moneda no cargada se considera eventos independientes, porque el resultado del primer lanzamiento no tiene efecto sobre las probabilidades respectivas de que ocurra cara o sello en el segundo. Los retiros de dos cartas sin reemplazo de una baraja son eventos dependientes, porque las probabilidades asociadas con la segunda oportunidad son dependientes del resultado de la primera. Específicamente, si sale un "as" en la primera oportunidad, entonces la probabilidad de sacar un "as" en la segunda es la relación del número de ases que aún quedan respecto del número total de cartas restantes en la baraja, o sea 3/51.

Cuando dos eventos son dependientes, se emplea el concepto de probabilidad condicional para denominar la probabilidad de ocurrencia del evento relacionado. La expresión P (B \ A) indica la probabilidad que ocurra el evento fí, si el evento A ya ocurrió. Se debe tener presente que "B\A" no es una fracción.

Las expresiones de probabilidad condicional no se requieren para eventos independientes, porque por definición no hay relación entre La ocurrencia de tales

eventos. Por lo tanto, si los eventos A y B son independientes, P(B) siempre sería igual a P(B\A). De hecho, un enfoque por el cual se puede probar la independencia de dos eventos A y B es comparando.

P (B) ¿ P (B \A)

P (A) ¿ P (A \ J3)

Con referencia al diagrama de Venn (ver figura anterior), se puede ilustrar la razón subyacente en la fórmula algebraica para un valor condicional de probabilidad. Si se quiere determinar la probabilidad de B dado A, obsérvese que una vez que se ha dado A como ocurrido, el diagrama original de Venn (espacio muestral) se reduce al diagrama más pequeño al lado derecho de la figura. Es decir, todo el diagrama restante incluye la ocurrencia de A y parte del diagrama restante incluye A y B. Ahora, como de acuerdo con el enfoque clásico la probabilidad de B (después de que ha ocurrido A) es la proporción de todos los eventos elementales restantes que incluyen B, la fórmula algebraica para determinar la probabilidad de B dado A es:

$$P(A\backslash B)= \frac{P(AyB)}{P(A)}$$

A menudo hay confusión respecto de la distinción entre eventos mutuamente excluyentes y no excluyentes, por una parte, y los conceptos de independencia y dependencia por la otra. Nótese particularmente la diferencia entre los eventos que son mutuamente excluyentes y los eventos que son independientes. La exclusión mutua indica que de dos eventos no pueden ocurrir ambos, mientras que la independencia indica que la probabilidad de ocurrencia de un evento no se ve afectada por la ocurrencia del otro.

Un ejemplo particular de eventos altamente dependientes, porque la probabilidad de un evento, si el otro ha ocurrido, siempre será igual a cero, es siempre cero para eventos mutuamente excluyentes y no hay área de intersección en el diagrama de Venn, dando como resultado P(B/A) = 0.

Reglas de multiplicación

Las reglas de multiplicación se relacionan con la determinación de la probabilidad de ocurrencia conjunta de A y B. Como se mencionó anteriormente, esto es la intersección de A y B; la probabilidad se representa por $P(A \cap B)$. Hay dos variaciones de la regla de multiplicación, de acuerdo con la dependencia o independencia de los eventos. La regla de multiplicación para eventos independientes es P(A y B) $P(A \cap B)$ Y P(A) P (B) .

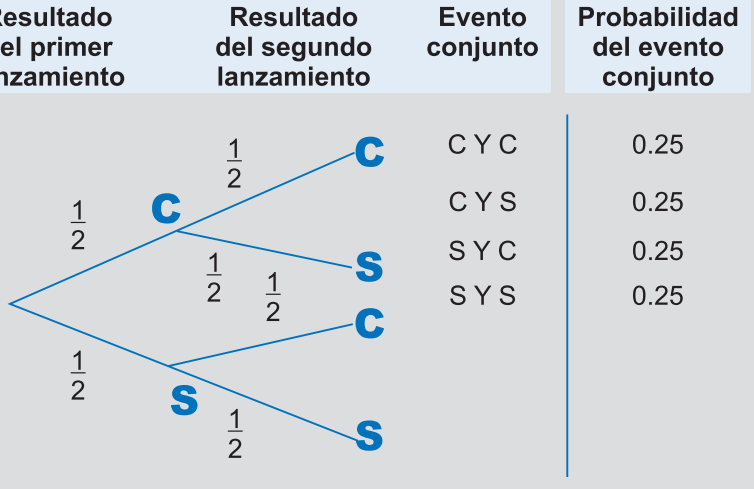
Ejemplo

Si se lanza una moneda no cargada dos veces la probabilidad de que ambos resultados sean "cara" es $\frac{1}{2} * \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.

El diagrama de árbol es particularmente útil como método para describir gráficamente los eventos posibles asociados con las observaciones secuenciales o pruebas secuénciales un ejemplo de tal diagrama para los eventos asociados con el lanzamiento de una moneda dos veces e identifica los resultados posibles y la probabilidad en cada punto de la secuencia.

Ejemplo

Vemos que hay cuatro tipos de secuencias o eventos conjuntos que son posibles: C y C, C y S, S y C, S y S. Por la regla de multiplicación para eventos independientes, la probabilidad de ocurrencias conjuntas para cualquiera de estas secuencias es en este caso 1 /4 ó 0,25. Puesto que estas son las únicas secuencias posibles y son mutuamente excluyentes, por la regla de adición la suma de las cuatro probabilidades debe ser 1, como en efecto sucede.



Para eventos dependientes la probabilidad de ocurrencia conjunta de A y B es la probabilidad de A multiplicada por la probabilidad condicional de B dado A. Se obtiene un valor equivalente si los dos eventos están en posición inversa. De esta manera, la regla de multiplicación para eventos dependientes es:

$$P(A \text{ y } B) = P(A)\, P(B / A)$$
$$P(A \text{ y } B) = P(B)\, P(A / B)$$

Generalmente se denomina regla general de multiplicación, porque para los eventos que son independientes el valor condicional de probabilidad, P(B/A) sería el mismo que el valor incondicional de probabilidad respectivo, P(B). Ejemplo: Supongamos que un conjunto de 10 semillas contiene ocho semillas buenos (B) y dos semillas defectuosos (D). Dado que se seleccionan aleatoriamente dos semillas sin reemplazo, las secuencias de los resultados y probabilidades posibles se describen gráficamente por el diagrama de árbol. Según la regla de multipli-

cación para eventos dependientes, la probabilidad que las dos semillas seleccionadas sean ambos buenas es:

$$P(B_1 y B_2) = P(B_1)P(B_2 / B_1) = \frac{8}{10} * \frac{9}{7} = \frac{56}{90} = \frac{28}{45}$$

Si la probabilidad de ocurrencia conjunta de dos eventos se puede obtener directamente sin uso de reglas de multiplicación como tal, probar la independencia de dos eventos A y B comparando: P(A y B)? P(A) P (B)

La probabilidad conjunta

La tabla de probabilidad conjunta es una tabla en la que se enumeran todos los eventos Dará una variable (u observación) como encabezamientos de columnas, todos los eventos para una segunda variable se enumeran como encabezamientos de filas y el valor en cada celda resultante es la probabilidad de cada ocurrencia conjunta. A menudo las probabilidades en tal tabla se basan en frecuencias observadas de ocurrencia para los varios conjuntos, en lugar de ser a priori por naturaleza. La tabla de frecuencias de ocurrencia que puede servir como base para construir una tabla de probabilidad conjunta se a tabla de contingencia.

Ejemplo

La tabla (a) de contingencia que describe a 200 personas que entraron a un almacén de equipos de sonido, de acuerdo con su sexo y edad; mientras que la tabla (b) es la tabla asociada de probabilidad conjunta. La frecuencia que aparece en cada celda de la tabla de contingencia se convierte en un valor de probabilidad dividiéndola por el número total de observaciones, en este caso 200.

Tabla (a) de contingencia de los clientes del almacén de equipos de sonido

Edad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
Menos de 30	60	50	110
30 y más	80	10	90
Total	140	60	200

Tabla (b) de probabilidad conjunta de los clientes del almacén de equipos de sonido edad sexo Total

Edad	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
Menos de 30	0.30	0.25	0.55
30 y más	0.45	0.05	0.45
Total	0.70	0.30	1.00

En el contexto de las tablas conjuntas de probabilidad, la probabilidad marginal se denomina así porque es el total marginal de una columna o una fila. Mientras que los valores de probabilidad dentro de las celdas son probabilidades de ocurrencia conjunta, las probabilidades marginales son las probabilidades incondicionales de eventos particulares.

La probabilidad de 0,30 en la fila 1 y en la columna 1 de la tabla (b) indica que hay una probabilidad de 0,30 que una persona escogida aleatoriamente del grupo de 200 personas sea un hombre menor de 30 años. La probabilidad marginal de 0,70 para la columna 1 indica que hay una probabilidad de 0,70 que la persona escogida aleatoriamente sea un hombre.

Reconociendo que una tabla de probabilidad conjunta también incluye todos los valores de probabilidad incondicional como totales marginales, podemos utilizar la fórmula para determinar cualquier valor de probabilidad particular condicional.

Permutaciones

El valor de probabilidad se basa en la relación de la cantidad de resultados igualmente probables y que sean favorables respecto del número total de resultados posibles. Cuando los problemas son sencillos, el número de resultados puede contarse directamente. Sin embargo, para problemas más complejos son necesarios los métodos de permutaciones y combinaciones para determinar el número de resultados posibles.

La cantidad de permutaciones de n objetos es la cantidad de maneras en que se pueden disponer en términos de orden:

Permutaciones de n objetos = n! = (n) x (n - 1) x... x (2) x (i)

El símbolo N! se lee "n factorial". En los problemas de permutaciones y combinaciones n es siempre positivo. Nótese también que en matemáticas, por definición, 0! = 1.

Ejemplo

Tres miembros de una organización social se ofrecieron como voluntarios para servir de oficiales para el año siguiente, asumiendo las posiciones de presidente, secretario y tesorero. El número de maneras (permutaciones) en que los tres pueden asumir las posiciones es:

N!= 3! = (3X2X1) - 6 maneras

Generalmente, estamos interesados en el número de permutaciones de algún subgrupo de los n objetos, y no en todos los n objetos. Es decir, nuestro interés es el número de permutaciones de n objetos tomando r a la vez, donde r es menos que n:

$$ {}_nP_r = \frac{n!}{(n-r)!} $$

Ejemplo

En el ejemplo anterior, supongamos que hay 10 miembros en la organización social, y aún no se han presentado nominaciones para los puestos de presidente, tesorero y secretario. El número de diferentes arreglos de los tres elegidos entre los 10 miembros del club es

$$ {}_nP_r = {}_{10}P_3 = \frac{10!}{(10-3)!} = \frac{10!}{7!} = 720 $$

Combinaciones

En el caso de las permutaciones, es importante el orden en que se han dispuesto los objetos. En el caso de las combinaciones, nos interesa el número de diferentes agrupaciones de objetos que pueden ocurrir sin tener en cuenta su orden. Por lo tanto, el interés en las combinaciones siempre se relaciona con el número de diferentes subgrupos que pueden formarse con n objetos. El número de combinaciones de n objetos tomando r a la vez es

$$ {}_nC_r = \frac{n!}{r!(n-r)!} $$

En muchos textos, la combinación de n objetos tomando r a la vez, se representa por $\binom{n}{r}$. Nótese que esto no es una fracción.

Ejemplo

Supongamos que tres miembros de una pequeña organización social con un total de 10 miembros van a ser escogidos para formar un comité agropecuario. El número de grupos diferentes de tres personas que pueden ser escogidas, sin tener en cuenta las órdenes diferentes en que cada grupo podría ser escogido es.

$$ {}_nC_r = {}_{10}C_3 = \frac{10!}{3!(10-3)!} = \frac{10!}{3!7!} = \frac{720}{6} = 120 $$

Como se indica en la sección 5.8, los métodos de permutaciones y combinaciones proporcionan la base para contar los resultados posibles en situaciones relativamente complejas. En términos de combinaciones, podemos determinar frecuentemente la probabilidad de un evento comparando la cantidad de combinaciones de resultados que incluyen ese evento con el número total de combinaciones posibles. Por supuesto, esto representa de nuevo el enfoque clásico de la probabilidad y se basa en la suposición que todas las combinaciones son igualmente posibles.

C. A nivel de Física

Temperatura, calor, termodinámica y procesos productivos

Los procesos productivos en diferentes situaciones de la vida del campo es importante medir la temperatura. Por ejemplo: la temperatura que en un momento determinado tiene una persona o un animal nos advierte sobre su estado de salud; la temperatura que se mide en el ambiente nos permite prever efectos sobre las cosechas, etc. Por tal razón, es importante conocer los aspectos básicos de la temperatura y el calor.

Desde el punto de vista físico, los conceptos de calor y temperatura son diferentes; la temperatura se relaciona con el promedio de las energías cinéticas que poseen las moléculas que conforman una sustancia. Cuando dos cuerpos, que se encuentran a diferente temperatura, se ponen en contacto; del cuerpo de mayor temperatura fluye energía al cuerpo de menor temperatura hasta que los dos cuerpos alcanzan el equilibrio térmico (igual temperatura).

En este núcleo se estudian las diferentes escalas en las que se mide la temperatura, el fenómeno de dilatación de los cuerpos, el equilibrio térmico y los cambios de estado.

Cuando un cuerpo se desliza sobre una superficie horizontal y la fuerza que produce el movimiento deja de actuar, el cuerpo se detiene. Entonces nos preguntamos: ¿qué ocurrió con la energía cinética que poseía el cuerpo?

Si tocamos la parte del cuerpo que se encuentra en contacto con la superficie, notaremos que se ha calentado. Esto, sugiere la idea de que la energía cinética se ha transformado en calor, en atención al principio que establece la conservación de la energía.

Ahora, surgen las preguntas:

- ¿Qué es el calor?
- ¿Qué es la temperatura?
- ¿Existe diferencia entre calor y temperatura?

En esta sección aclararemos estos conceptos.

La química nos enseña que la materia está formada por moléculas y éstas a su vez por átomos que están formados por protones neutrones y electrones. Las moléculas de los cuerpos están unidas por fuerzas de tipo elástico que reciben el nombre de fuerzas moleculares. Estas fuerzas son más fuertes en los sólidos que en los líquidos y mayor en los líquidos que en los gases.

Por acción de dichas fuerzas, las moléculas de los cuerpos se encuentran en continuo movimiento a uno y otro lado de su posición de equilibrio y por ello las moléculas tienen energías cinética y potencial que constituyen la *energía térmica* interna del cuerpo.

ENERGIA TÉRMICA: es la suma de las energías cinética y potencial de las moléculas de un cuerpo.

La sensación de calor o frío que producen en nosotros los cuerpos cuando los tocamos nos dan idea de su *temperatura*. Si tenemos dos vasos, uno con agua helada y el otro con agua a temperatura ambiente, decimos que el agua helada tiene menor temperatura. La temperatura es considerada magnitud fundamental, tal como, la longitud, la masa y el tiempo; utilizadas para describir el estado de movimiento o reposo de los cuerpos.

TEMPERATURA: es una propiedad fundamental de la materia que nos indica que tan caliente o frío se encuentra un cuerpo. Corresponde a la medida de la energía cinética promedio de las moléculas del cuerpo o sustancia.

Medida de la temperatura

El *termómetro* el instrumento que nos permite medir la temperatura. Para ello, se utiliza generalmente, la variación de volumen que experimenta el mercurio depositado en un tubo delgado de vidrio, que señala en una escala el valor de la temperatura según una escala determinada.

Las escalas de temperatura se trataron anteriormente cuando estudiamos las relaciones existentes entre magnitudes físicas. Las más importantes son:

Escala centígrada o de Celsius: utilizada regularmente por nosotros para medir la temperatura del ambiente, de las personas o los animales.

Escala Faherenheit: utilizada en otros países como los estados unidos.

Escala de Kelvin o Absoluta: utilizada con fines científicos.

Se tienen las siguientes ecuaciones para transformar temperaturas de una escala a otra:

$$T_f = 1{,}8T_c + 32.$$
$$T_k = T_c + 273.$$

Revisar lo referente a estas escalas en la unidad sobre magnitudes y unidades.

Expresar la temperatura de su región en las diferentes escalas.

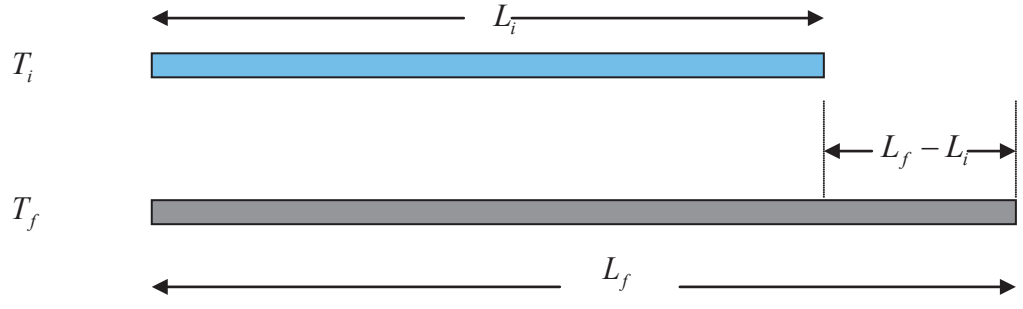
Dilatación térmica

Los cuerpos aumentan su volumen cuando se incrementa su temperatura. Por esto, es necesario dejar espacios entre las placas del pavimento de una vía, entre los rieles de una carrilera o entre dos casas que se construyen juntas para evitar daños provocados por la dilatación.

El agua presenta una dilatación diferente, al disminuir su temperatura por debajo de los 4°C aumenta su volumen.

Dilatación lineal

Experimentalmente se demuestra que la variación de longitud ($L_f - L_i$), que experimenta un cuerpo, es directamente proporcional a la longitud inicial (L_i) y a la variación de temperatura a la cual es sometido $T_f - T_i$.



$$L_f - L_i \; \alpha \; \mathrm{L_i} \text{ y}$$
$$L_f - L_i \; \alpha \; \mathrm{T_f} - T_i \text{ entonces}$$
$$\mathrm{L_f} - L_i \; \alpha \; \mathrm{L_i}\left(T_f - T_i\right)$$

Como son directamente proporcionales, están relacionadas por un cociente constante:

$\dfrac{L_f - L_i}{L_i\left(T_f - T_i\right)} = \alpha$, donde α es la constante de proporcionalidad que se denomina ***coeficiente de dilatación lineal*.**

$$L_f - L_i = \alpha L_i\left(T_f - T_i\right)$$
$$L_f = L_i + \alpha L_i\left(T_f - T_i\right)$$
$$L_f = L_i\left[1 + \alpha\left(T_f - T_i\right)\right]$$

El coeficiente de dilatación lineal depende del material. La siguiente tabla los coeficientes de dilatación lineal para algunos materiales:

MATERIAL	($x10^{-5}$ °C^{-1})
Acero	1,2
Aluminio	2,4
Latón	1,8
Concreto	0,7 – 1,2

MATERIAL	($x10^{-5}$ °C^{-1})
Cobre	1,7
Hierro	1,2
Plomo	3,0
Plata	2,0
Vidrio común	0,9
Zinc	2,6

Dilatación superficial

Cuando se incrementa la temperatura de una lámina de cierto material, se dilata tanto el largo como el ancho. Con base en la ecuación obtenida para la dilatación lineal, obtenga la expresión de la dilatación superficial:

$$A_f = A_i\left[1 + 2\alpha\left(T_f - T_i\right)\right]$$

Dilatación cúbica o volumétrica

La dilatación de cualquier objeto al cual se le aumenta la temperatura es igual en todas las direcciones. Se obtiene la siguiente expresión:

$$V_f = V_i\left[1 + \beta\left(T_f - T_i\right)\right]$$

Donde b es el coeficiente de dilatación cúbica que para los sólidos es aproximadamente el triple del coeficiente de dilatación lineal $\left(\beta = 3\alpha\right)$. La siguiente tabla muestra los coeficientes de dilatación volumétrica para algunos líquidos.

LÍQUIDO	β (x10^{-4}°C^{-1})
Alcohol etílico	11
Benceno	12,4
Glicerina	5,1
Mercurio	1,8
Agua	2,1
Petróleo	9

Taller

Colocar en tres recipientes: agua caliente, agua a temperatura ambiente y agua fría respectivamente. Introducir la mano derecha en el agua caliente y la mano izquierda en el agua fría. Después colocar las manos en el agua a temperatura ambiente.

¿Qué sensación experimenta?

¿Qué puede decir del tacto, como instrumento para medir el grado de caliente o frío de un cuerpo?

¿En cuánto aumenta la longitud de una varilla de hierro si la longitud inicial es de 50 cm. y la temperatura aumenta de 15°C a 75°C?

Tenemos 1000 cm^3 de mercurio a 25°C. Si incrementamos su temperatura a 95°C, ¿en cuánto se incrementa su volumen?

Una lámina circular de aluminio tiene un diámetro de 50 cm a una temperatura de 10°C. ¿A qué temperatura su diámetro será de 50,05 cm?

Equilibrio térmico y calor

Cuando dos cuerpos que tienen diferente temperatura, se ponen en contacto, se presenta una transferencia o un paso de energía térmica del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura (nunca al contrario). Dicha energía que fluye del cuerpo más caliente al más frío se denomina *calor*. El flujo de calor se interrumpe cuando los dos cuerpos alcanzan *el equilibrio térmico*, esto es, la misma temperatura.

Dos o más cuerpos se encuentran en *equilibrio térmico*, cuando tienen la misma temperatura.

Si tenemos dos recipientes: uno con 10 lts de agua y otro con 1 lt de agua, en equilibrio térmico; entonces las dos cantidades de agua tienen la misma temperatura pero diferente energía térmica. ¿Cuál de las dos cantidades tiene mayor energía térmica? ¿Por qué?

Se denomina **calor,** a la energía térmica que fluye de los cuerpos de mayor temperatura a los de menor temperatura.

El calor por ser una forma de energía se debe medir en Julios o Ergios. Sin embargo se definen las siguientes unidades para la medida del calor:

La caloría: es la cantidad de calor suministrada a 1 gr de agua para elevar su temperatura de 14,5 °C a 15,5 °C.

La kilocaloría: calor necesario para elevar la temperatura de 1 kg de agua desde 14,5 °C hasta 15,5 °C.

1 kcal = 1000 cal.

Equivalente mecánico del calor

Cuando dos cuerpos que están a diferente temperatura, se ponen en contacto, se presenta un flujo de calor del cuerpo caliente al cuerpo frío. Pero, esta no es la única manera de aumentar la temperatura de un cuerpo; cuando un cuerpo se desliza sobre otro, también observamos un incremento de la temperatura o sea que la energía mecánica que se disipa por el rozamiento se transforma en calor.

Por lo tanto debe existir una equivalencia entre las unidades de energía y las unidades de calor. James P Joule, demostró por medio de un experimento que cuando cierta cantidad de energía mecánica se convierte en calor, se produce siempre la misma cantidad.

Actualmente se establece la siguiente equivalencia: 1 **cal = 4,186 J.**

CAPACIDAD CALORÍFICA

Todos los cuerpos no tienen la misma capacidad para el calor. Por esto se define la capacidad calorífica como la cantidad de calor suministrada a un cuerpo o sustancia para aumentar su temperatura un grado en cualquier escala.

$$C = \frac{Q}{T}$$

T es el incremento de la temperatura.

$$(T = T_f - T_i)$$

Unidades: cal/°C.

CAPACIDAD CALORÍFICA ESPECIFICA O CALOR ESPECÍFICO

Es la cantidad de calor que se debe suministrar para elevar la temperatura un grado por unidad de masa.

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{mT}$$

T es el incremento de temperatura.

Unidades: $\frac{cal}{gr \circ C}$

La siguiente tabla muestra el calor específico para algunas sustancias:

SUSTANCIA	c en cal/gr.°C	SUSTANCIA	c en cal/gr.°C
Aluminio	0,22	Estaño	0,055
Cobre	0,093	Zinc	0,094
Hierro	0,115	Vidrio	0,199
Mercurio	0,033	Latón	0,094
Plata	0,056	Hielo	0,50
Plomo	0,031	Alcohol etílico	0,60

Los cambios de estado

Colocar cierta cantidad de agua en un recipiente y ponerla a calentar. En el momento en que empiece a hervir colocar un termómetro y medir la temperatura del agua. Dejar que el agua continúe hirviendo. ¿Qué observa respecto a la medida de la temperatura?

Tomar un cubo de hielo y depositarlo en un recipiente: cuando el hielo comience a derretirse, medir la temperatura del agua hasta que el hielo se derrita completamente. ¿Qué observa?

Cuando una sustancia absorbe o cede calor, la temperatura varía. Sin embargo cuando se presenta el cambio de estado de la sustancia, observamos que la temperatura permanece constante.

¿Cómo Explicar este Hecho?

Cuando se incrementa la temperatura de una sustancia por absorción de calor, la energía cinética de las moléculas aumenta. Cuando la sustancia cambia de estado o de fase, las moléculas se separan unas de otras. Esto exige un trabajo en contra de las fuerzas de atracción molecular y entonces la energía (calor) adicional es utilizado producir dicha separación sin que haya incremento de la temperatura.

Por lo tanto, es necesario suministrar calor para que una sustancia o un cuerpo pase de estado líquido a estado gaseoso o de estado sólido a estado líquido y cuando se presenta este cambio, la temperatura permanece constante.

Debido a esto, definimos el *calor latente*.

CALOR LATENTE (L)

Es el calor que se debe suministrar a la unidad de masa de una sustancia para que cambie de estado. Puede ser de *fusión*: paso de sólido a líquido; O de ebullición: paso de líquido a gas.

$$L = \frac{Q}{m}$$

¿En qué unidades se expresa?

La siguiente tabla muestra los puntos de fusión y de ebullición de algunas sustancias, lo mismo que los calores de fusión y ebullición.

SUSTANCIA	PUNTO DE FUSIÓN (°C)	PUNTO DE EBULLICIÓN (°C)	CALOR DE FUSIÓN (CAL/°C)	CALOR DE EBULLICIÓN (CAL/°C)
Agua	0	100	80	540
Mercurio	-39	357	2,8	65
Plata	961	2193	21,1	558
Plomo	327	1750	6	208
Oxígeno	-219	-183	3,3	51
Alcohol	-114	78	25	204

Taller

- Consultar en qué consistió el experimento realizado por Joule.
- ¿Qué cantidad de calor se debe suministrar a una lámina de cinc de 350 gr de masa, para que su temperatura se incremente de 12°C a 35°C?
- El vidrio de una ventana de masa 2,5 Kg., incrementó su temperatura en 3°C, ¿qué cantidad de calor absorbió?
- Una bala de plomo tiene una masa de 50 gr. y por el rozamiento, absorbe 300 cal cuando penetra en un bloque de madera. ¿Cuál es el incremento de su temperatura?
- Un recipiente de aluminio de 400 gr. de masa, contiene 500 gr. de agua a temperatura de 15°C. Se introduce un bloque de hierro de 250 gr. de masa y a temperatura de 75°C. Hallar la temperatura final del sistema.
- Se suministran 30 calorías cada segundo a un cubo de hielo de 20 gr. de masa a 0°C.
- ¿Cuál es la temperatura final después de 30 seg.?
- ¿Cuánto tiempo se necesita para que la muestra se transforme en vapor a 100°C?

Taller

- En las actividades propias del campo, ¿qué importancia tiene el uso de motores de gasolina?
- ¿Qué representó para la humanidad, la invención de la máquina de vapor?
- ¿Qué diferencias hay entre los motores de gasolina y los motores Diesel?
- ¿Cuál es la función de una nevera, refrigerador o frigorífico?
- Describir algunas situaciones en las cuales se presente una transformación de calor en trabajo o viceversa.
- ¿Es posible transformar completamente, cierta cantidad de calor en trabajo? Dar ejemplos.
- ¿Es posible transformar completamente cierta cantidad de trabajo en calor? Dar ejemplos.

Leer atentamente:

La termodinámica tiene su origina en el estudio de los motores construidos para realizar trabajo como el motor a gasolina o la turbina de vapor.

Por lo tanto, esta parte de la física estudia la transformación de energía térmica en energía mecánica y el proceso inverso. Esto es, la transformación de trabajo en calor; teniendo en cuente las propiedades de la materia que se relacionan con la temperatura. Dichas propiedades son: la masa, el volumen y la presión. Se fundamenta en dos leyes experimentales:

La primera determina la conservación de la energía total (mecánica y calorífica) y la transformación de una en otra.

La segunda ley hace referencia a que el trabajo se puede transformar totalmente en calor, mientras que el calor no se transformar totalmente en trabajo. Este planteamiento no se tiene en cuenta en el enunciado de la primera ley.

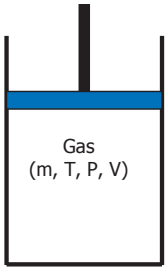
Para la comprensión de estas leyes es fundamental tener claridad sobre los siguientes conceptos:

Sistema Termodinámico**:** porción de materia limitada por una superficie real o imaginaria. La región que se encuentra por fuera del sistema se denomina: ambiente, exterior o alrededores. Cuando el sistema no intercambia energía con el ambiente se denomina aislado.

Estado de un Sistema o Equilibrio Termodinámico: está determinado por los parámetros coordenadas o variables (temperatura, presión, volumen y masa), que presenta el sistema cuando se encuentra en equilibrio mecánico, térmico y químico. Esto es, un sistema se encuentra en equilibrio termodinámico cuando no hay una fuerza neta que actúe sobre el sistema y si la temperatura del sistema es igual a la de su entorno. Por lo tanto, no debe realizarse trabajo por o sobre el sistema y no debe haber intercambio de calor entre el sistema y sus alrededores.

Transformación o proceso termodinámico: cualquier cambio en los parámetros coordenadas o variables del sistema termodinámico.

Un ejemplo:



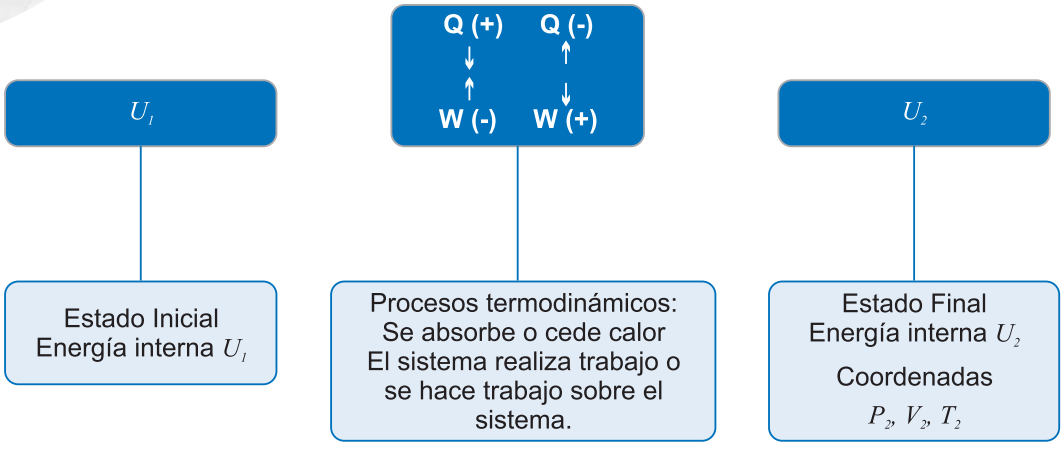
El gas confinado en el cilindro de la figura constituye un sistema termodinámico. Los valores de la masa, la temperatura, la presión que ejerce el pistón y el volumen, determinan su estado termodinámico.

Si por ejemplo, ejercemos presión sobre el gas por medio del pistón, modificamos las variables o parámetros del sistema y tenemos una transformación o un proceso termodinámico

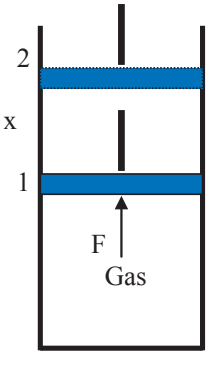
Energía interna de un sistema

Si consideramos un sistema termodinámico, por ejemplo, un gas o un líquido dentro de un recipiente, con una energía interna U_1 y coordenadas o variables

(P_1, V_1, T_1) el sistema puede recibir o realizar trabajo, también puede ceder o absorber calor pasando a otro estado de equilibrio de energía interna U_2 de coordenadas P_2, V_2, T_2. Por conveniencia se considera que el trabajo hecho por el sistema es positivo y el realizado sobre el sistema es negativo. El calor absorbido por el sistema es positivo y el cedido por el sistema es negativo.



Trabajo Hecho por un Gas que se Expande



Si el gas que se encuentra en el cilindro de la figura, se expande moviendo el pistón desde la posición 1 hasta la posición 2; el gas ejerció una fuerza F y produjo el desplazamiento x. Por lo tanto, el gas realizó un trabajo:

$W = Fx$, como $F = PA$, tenemos que $W = PAx$ y $Ax = V_2 - V_1$ (variación de volumen).

En consecuencia el trabajo realizado por el gas es:

$$W = P(V_2 - V_1).$$

La presión multiplicada por la variación del volumen.

Primera ley de la termodinámica

Experimentalmente se demuestra que cuando un sistema cambia de estado, la cantidad de calor absorbido por el sistema menos el trabajo realizado por el sistema es constante. Esta constante corresponde a la variación de la energía interna U_2 - U_1.

$$U_2 - U_1 = Q - W$$
(Conservación de la energía total)

Procesos termodinámicos especiales

Proceso cíclico

Cuando el sistema después de un proceso, regresa a su estado inicial. Esto es: $U_1 = U_2$.

$$U_2 - U_1 = Q - W$$
$$0 = Q - W$$
$$Q = W$$

El calor absorbido por el sistema se ha transformado totalmente en calor o viceversa.

Proceso adiabático

Si tenemos un sistema completamente aislado de tal manera que no hay intercambio de calor con los alrededores; en tales condiciones $Q = 0$

$$U_2 - U_1 = Q - W$$
$$U_2 - U_1 = -W$$

El trabajo equivale a la variación de la energía interna. La compresión de la mezcla de aire y vapor de gasolina que se presenta en el funcionamiento del motor de gasolina es un proceso aproximadamente adiabático.

Proceso isocoro o isométrico

Proceso que se realiza a volumen constante. Por lo tanto $W = 0$. ¿Por qué?

$$U_2 - U_1 = Q - W$$
$$U_2 - U_1 = Q$$

El calor absorbido incrementa la energía interna del sistema. El incremento rápido de temperatura y presión que acompañan a la explosión de la mezcla de vapor de gasolina y aire en el motor de un auto puede considerarse como un suministro isométrico de calor.

Proceso isobárico

Proceso que se realiza a presión constante..

$$U_2 - U_1 = Q - W$$
$$U_2 - U_1 = Q - P(V_2 - V_1)$$

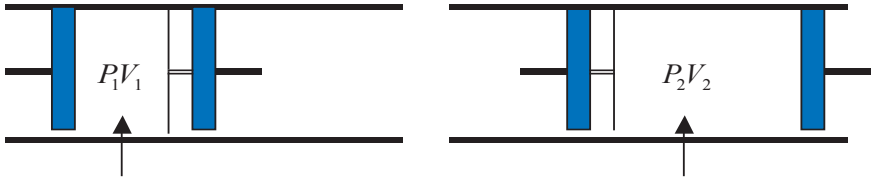
Cuando entra el agua en la caldera de una máquina de vapor, se calienta hasta el punto de ebullición, se vaporiza y el vapor es sobrecalentado. Estos procesos son isobáricos. Estos procesos revisten gran importancia en ingeniería mecánica y en química.

Proceso isotérmico

Es un proceso que se realiza a temperatura constante. Ninguna de las magnitudes $Q, W, U_2 - U_1$ es nula. Sin embargo, si consideramos un gas perfecto, su energía interna depende únicamente de la temperatura y entonces, para dicho gas, $U_2 = U_1$ y $Q = W$.

Proceso de estrangulación

Ocurre cuando un fluido a presión alta y constante, se expande a través de un orificio a presión constante y baja, sin intercambio de calor con el exterior.



Fluido a presión alta constante

Fluido a presión baja constante

El trabajo hecho sobre el sistema es: $W_1 = P_1V_1$

El trabajo hecho por el sistema es: $W_2 = P_2V_2$

El trabajo total es: $W = P_2V_2 - P_1V_1$

Como no hay intercambio de calor Q = 0. Por lo tanto de la primera ley de la termodinámica tenemos:

$$U_2 - U_1 = Q - W$$

$$U_2 - U_1 = -W$$

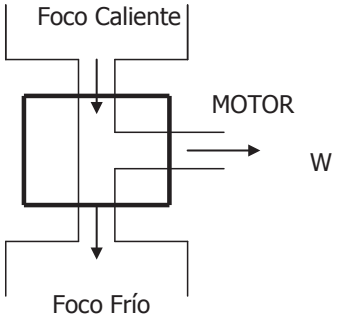
$U_2 - U_1 = -P_2V_2 + P_1V_1$ y ordenando tenemos:

$$U_1 + P_1V_1 = U_2 + P_2V_2$$

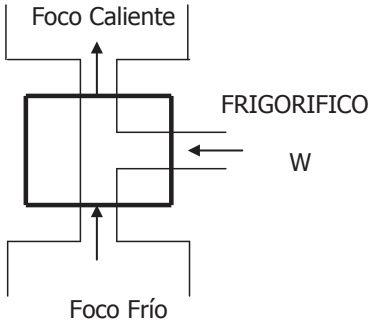
En este proceso, la cantidad U + PV es constante y recibe el nombre de ENTALPIA del sistema. El proceso de estrangulación es de gran importancia en el funcionamiento de un frigorífico, puesto que es el fenómeno que origina la disminución de temperatura necesaria para la refrigeración.

Las máquinas térmicas

El motor de gasolina, el motor Diesel y la máquina de vapor; son ejemplos de máquinas térmicas. Ellas absorben cierta cantidad de calor de un foco a alta temperatura (Q_c) que puede ser un horno o una caldera, y por medio de una sustancia que trabaja, como el agua, el vapor o la gasolina; efectúa un trabajo (W), y luego cede una cantidad de calor a un foco a temperatura baja (Q_f) que puede ser el ambiente o un condensador.



REPRESENTACIÓN DE UN MOTOR



REPRESENTACIÓN DE UN FRIGORIFICO

Las máquinas térmicas también se pueden usar como refrigeradores que toman calor de un foco a baja temperatura (Q_f) y por medio de un trabajo (W) del exterior hecho por un compresor, entrega calor (Q_c) al foco a alta temperatura.

En la nevera, de uso doméstico, el foco frío (a baja temperatura) lo constituyen los alimentos y los cubos de hielo. El motor eléctrico realiza el trabajo y el aire de la cocina o del recinto donde se encuentre la nevera, constituye el foco caliente (a alta temperatura).

El calor que se puede transformar en una máquina térmica es: $Q = Q_c - Q_f$, donde Q_c y Q_f son cantidades positivas. Si la máquina efectúa un proceso cíclico, entonces: $Q = W$ el calor neto es igual al trabajo.

Definimos EFICIENCIA TÉRMICA O RENDIMIENTO como la razón entre el trabajo realizado y el calor suministrado por el foco caliente.

$$R = \frac{W}{Q_c}$$

$$R = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c}$$

El rendimiento es menor que 1. Esto quiere decir que no tenemos una máquina con un rendimiento del 100%.

Debido fundamentalmente a las fuerzas de rozamiento, el trabajo real o útil que efectúa una máquina térmica es siempre menor que el trabajo $W = Q_c - Q_f$ y en consecuencia el rendimiento de la máquina es menor que el rendimiento térmico teórico.

Tengamos en cuenta que algunas máquinas no hacen recorrer un ciclo a la sustancia que realiza el trabajo, se pueden estudiar mediante procesos cíclicos puesto que se aproximan a su funcionamiento real.

Segunda ley de la termodinámica

Lo ideal en la construcción de una máquina térmica, sería lograr que su rendimiento sea del 100%. Esto se lograría si todo el calor tomado del foco caliente se

transformara completamente en trabajo o sea que $Q_f = 0$. En el caso del frigorífico, el calor extraído del foco frío se transportara al foco caliente sin necesidad de realizar trabajo. Estos procesos no violan la primera ley pero nunca han sido posibles.

La segunda ley, que es independiente de la primera, se refiere a lo anteriormente planteado y se expresa de las siguientes maneras:

Enunciado de Clausius: el calor fluye espontáneamente de un foco caliente a uno frío y no al contrario. Por lo tanto, no es posible ningún proceso cíclico cuyo resultado sea la transferencia de calor de un foco frío a uno caliente.

Enunciado de Kelvin – Plank: no es posible ningún proceso cíclico cuyo único resultado sea la absorción de calor de un foco y su completa transformación en trabajo.

Taller

- Se transforma 1 lt de agua en 1600 lt de vapor de agua mediante un proceso isobárico. Calcular:
  - » El trabajo realizado por el sistema.
  - » El calor absorbido por el sistema.
  - » La variación de energía interna.

- Calcular el trabajo realizado por un sistema en una transformación adiabática cuando la energía interna tiene una variación de –600 J.

- Un sistema absorbe 40 J de calor en una transformación isócora. ¿En cuánto se incrementa su energía interna?

- Un camión de 3000 kg de masa, que viaja a 30 km/h, frena y se detiene. ¿Qué cantidad de calor producen los frenos?

- Una máquina absorbe 100 calorías y cede 45 calorías en cada ciclo. Calcular:
  - » El trabajo realizado.
  - » El rendimiento de la máquina.

Consultar:

- ¿En qué consisten los cuatro tiempos del motor de gasolina?

- El funcionamiento de un motor diesel.

- Funcionamiento de una nevera o refrigerador.

Ejercicio seguimiento de los aprendizajes en el campo de formación

Como complemento al trabajo realizado hasta ahora se propone el siguiente análisis evaluativo, al mismo tiempo que observa en qué medida está funcionando su autonomía del aprendizaje.

Llene el siguiente formato paso a paso y no todo al final del momento

ANTES	YO SE….	ME PREGUNTO…..	ME ANTICIPO….
DURANTE	**RESUMO…..**	**RESPONDO…..**	**VERIFICO……**
DESPUES	**APRENDI…..**	**TENGO DUDAS…..**	**REPLANTEO…..**

MOMENTO DOS:

Desarrollemos pensamiento planificador

1. Estrategia: Formulemos un Proyecto de Inversión Productiva –PIP- y configuremos una Organización de Inversión Productiva –OIP-

A continuación usted como estudiante será orientado bajo diversas estrategias a desarrollar el pensamiento crítico mediante el estudio de su realidad.

Este momento consta de una serie de lecturas encaminadas a orientar la formación científica, natural y matemática necesaria para hacer de usted una persona productiva y competente.

Así mismo y con el ánimo de crear una o varias miradas diferentes sobre nuestro mundo cotidiano consideramos de importancia indagar sobre lo siguiente:

- ¿Qué son los carbohidratos? ¿proteínas? ¿lípidos? ¿qué alimentos los contienen? ¿para qué sirven?
- ¿Qué es glucosa? ¿almidón? ¿goma? ¿panela? ¿qué tipo de compuestos orgánicos son? ¿para qué sirven?
- ¿Qué son las ceras? ¿las grasas? ¿los aceites? ¿qué tipo de compuestos orgánicos son? ¿de dónde provienen? ¿para qué sirven?
- ¿Qué son los triglicéridos?
- ¿Qué tipo de compuesto orgánico es la margarina, la mantequilla?
- ¿Qué es la testosterona? ¿progesterona?
- ¿Qué es el ADN? ¿el ARN? ¿se pueden replicar? ¿para qué nos sirve conocer acerca de ellos?
- ¿Qué es el código genético?
- ¿Qué conocimientos de genética nos sirven para el mejoramiento de razas?
- ¿Qué son los cultivos transgénicos?
- ¿Qué son las vitaminas? ¿para qué sirven?
- ¿Qué son las hormonas?
- ¿Qué efectos tienen los anticonceptivos sobre las hormonas sexuales?
- ¿Tiene que ver la química con los cambios de actitud? ¿A que se deben esos cambios?
- ¿Qué es la ecología?

- ¿Qué es un ecosistema?
- ¿Qué es la entropía?
- ¿Qué diferencia encuentra entre calor y temperatura?
- ¿Por qué los insectos se atraen entre sí para aparearse aunque se encuentren distantes?
- ¿Por qué se sufre alergias a ciertos aromas, alimentos, partículas de polvo o polen?
- Las hormigas regresan al hormiguero después de encontrar y transportar el alimento. ¿A qué se debe?
- ¿Qué acción tienen las feromonas en el comportamiento animal?
- ¿Por qué podemos degustar los diferentes sabores en los alimentos?
- ¿Por qué existen personas altas y bajas? ¿Qué hormona regula estas dos facetas?
- ¿Qué compuesto químico hace que aumente la producción de masa en las aves, bovinos y caprinos?
- ¿Qué fitohormonas ayudan al aumento de biomasa en los cultivos por unidad de área?
- ¿Por qué alrededor encuentras algo de plástico?
- ¿Qué gas se emplea en la cocción de los alimentos?
- ¿Qué combustible se usa en los vehículos? ¿De dónde se obtiene?
- ¿Por qué las frutas maduras tiene olores característicos?
- ¿Por qué los aditivos conservan los alimentos por más tiempo del normal?

- Teniendo en cuenta las actividades agropecuarias de su región, ¿qué importancia tiene el estudio de la temperatura y el calor?

- ¿Existe en la región estación meteorológica? ¿Qué aparatos tiene? ¿Cómo funcionan? ¿Para qué sirven?

Lectura: ¿Qué es un ecosistema?

El concepto fundador de la ecología relaciona los factores biológicos con los físicos, especialmente el suelo y el clima. Se define como una asociación entre un medio físico "el biotopo" y un conjunto de seres vivos "la biocenosis" que da lugar a un sistema de interacciones donde cada uno de los elementos interactúan con los demás por transferencia de energía o materia. En el ecosistema se distinguen los "productores" generalmente vegetales, que utilizan por fotosíntesis la energía solar para producir materia orgánica a partir de dióxido de carbono atmosférico.

Los "consumidores" que se alimentan de los vegetales y de los demás animales, las mineralizan y permiten que los productores las reciclen.

Así, en un ecosistema, la energía circula de los productores a los consumidores. Además de los flujos energéticos, en un ecosistema hay ciclos bioquímicos: se trata de la circulación entre el biotopo y biocenosis bajo la forma de sustancias alternativamente minerales y orgánicas. Los ciclos principales son los del agua, el carbono, el oxígeno, el azufre y el fósforo. Un criterio de buen funcionamiento de un ecosistema, o estabilidad, es su capacidad para evitar la pérdida de nutrientes, esto es, para cerrar sus ciclos Biogeoquímicos.

También se puede describir un ecosistema por su estructura. En este sentido, el ecosistema incluye cadenas alimentarias (vegetal, animal carnívoro, animal herbívoro), cada uno de cuyos eslabones forma un "nivel trófico". Muchos animales son omnívoros y por ello pertenecen a varios niveles tróficos. Se habla de "redes tróficas" para designar las conexiones entre las distintas cadenas alimentarias". El resultado de la interacción de tipo trófico "o alimentario" constituye los flujos energéticos.

¿Cuáles son los grandes tipos de ecosistemas?

La energía solar que recibe la tierra esta desigualmente repartida, lo cual produce variaciones climáticas y por lo tanto distintas reacciones de la biosfera. Se reconocen así zonas de condiciones homogéneas. Existen ecosistemas acuáticos (litorales, ríos y lagos, océanos) y ecosistemas terrestres. Estos se distinguen esencialmente por las agrupaciones vegetales que los constituyen, las cuales dependen del clima: según la latitud, se distinguen los siguientes tipos de "macro ecosistemas" o "biomas": selva virgen ecuatorial, bosques secos tropicales, sabanas tropicales, desiertos, biomas mediterráneos, bosques caducifolios de latitudes medias, taiga (bosque boreal de coníferas) y tundra.

Esta "zonación" de latitud no se presenta en los océanos, donde las fronteras entre ecosistemas son mucho menos nítidas.

En cambio, la diferenciación de los ecosistemas con la altitud es muy pronunciada: se observan ecosistemas muy distintos a medida que se escala una montaña o se baja desde la costa hacia las profundidades oceánicas.

Se reconocen estos grandes tipos de ecosistemas sin haberlos comprendido del todo en términos de relaciones entre cadenas alimentarias. No obstante, la descripción biogeográfica, se utiliza ampliamente en los modelos climáticos globales. Esta descripción es objeto de renovado interés ante los problemas de conservación: para elegir los lugares a proteger en una determinada región, puede ser necesario identificar sus ecosistemas característicos.

¿Cómo experimentar un ecosistema?

Los años 1980 han visto multiplicarse los experimentos. Se trata de construir ecosistemas de ciclos muy rápidos "por ejemplo, con herbáceas de ciclos anuales" y lo bastantes pequeños para ser controlables. Se imponen a estos tipos de suelos unas asociaciones botánicas y animales muy diversas. Luego, se realizan medidas de transpiración, de fotosíntesis, de biomasa producida, etc. Un ejemplo conocido de estos ecosistemas modelo es el Ecotron, desarrollado en el Imperial College de LONDRES. Los investigadores han creado allí una serie de medios de algunos metros cúbicos, con una biodiversidad vegetal variable pero con idénticas condiciones exteriores. Este tipo de experimentos pueden realizarse también sobre el terreno por medio de una serie de "placentas" de composición vegetal determinada.

Ningún método es perfectamente concluyente: el experimento de laboratorio fabrica ecosistemas sin intercambios exteriores (cuando el ecosistema está abierto a su medio). Inversamente, los experimentos sobre el terreno están expuestos a la invasión de hierbas adventicias y las condiciones medioambientales no están tan bien controladas. Para resolver estas dificultades se tiene a realizar dos tipos de experimentos en paralelo. La modelización informática se ha convertido en instrumento esencial para el análisis teórico de los ecosistemas; el método consiste en crear un modelo abstracto provisto de reglas generales y luego en integrarle los datos recogidos sobre el terreno para ver si otorga validez al modelo, del que luego se podrán hacer variar los parámetros para intentar predicciones.

LECTURA	IDEAS FUNDAMENTALES	COMENTARIOS	INTERROGANTES
¿Qué es un ecosistema?			

2. Propósitos

A. Competencias laborales generales

Para desarrollar el pensamiento planificador el módulo de formación científico natural y matemático puede acercar al estudiante alcance metas de carácter intelectual, interpersonal, organizacional, tecnológicos, empresarial y para el emprendimiento, con el propósito de planificar un proyecto de inversión productivo.

De acuerdo con el campo de formación se resaltan las habilidades para la realizar del trabajo en equipo, manejar la información obtenida de acuerdo con las necesidades específicas, actuar de acuerdo y normas y principios establecidos por el equipo.

Analizar situaciones sociales, culturales, económicas, productivas, sustentar y argumentar en caso de haber tomado decisiones que lo lleven a elegir una alternativa así como también identificar las necesidades y expectativas de los otros.

B. Competencias de Química y Biología

El desarrollo del núcleo de conocimiento desde los diferentes saberes específicos, permite al estudiante:

- Comprender los fundamentos básicos de la química orgánica.
- Identificar y utilizar adecuadamente el lenguaje de la química orgánica.
- Establecer las relaciones existentes entre las sustancias químicas y los procesos vitales y productivos.
- Identificar los cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.
- Explicar los cambios químicos desde diferentes modelos.
- Verificar los efectos de los cambios producidos por reacciones químicas.
- Caracterizar cambios químicos en condiciones de equilibrio.
- Relacionar la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.
- Explicar algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano y en la naturaleza.

- Explicar la relación entre el ADN y la diversidad de los seres vivos
- Comprender los mecanismos para la síntesis de biomeleculas

C. Competencias de Matemáticas

- Analizar funciones de variable real.
- Representar situaciones reales por medio de funciones.
- Relacionar situaciones matemáticas y de la vida real por medio de funciones.
- Contextualizar situaciones matemáticas y proponer soluciones a problemas reales haciendo uso de los conceptos y habilidades numéricas operatorias.

D. Competencias de Física

- Comprender el comportamiento de los distintos tipos de ondas.
- Establecer relaciones entre frecuencia, amplitud, velocidad de propagación y longitud de onda en diversos tipos de ondas mecánicas.
- Utilizar las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones.

3. Conocimientos del campo científico natural y matemático para el desarrollo de los ciclos de aprendizaje

A. A nivel de Química y Biología

Moléculas, vida y productividad

Los seres vivos están constituidos por compuestos diferentes, cada uno de los cuales desempeña un papel específico y de especial importancia dentro los mecanismos y procesos que mantienen en funcionamiento diversos sistemas vitales y productivos.

Los compuestos que conforman la materia viva pueden ser de origen inorgánico como orgánico. Son los compuestos conocidos como macromoléculas dado su

alto peso molecular, y los biocompuestos dada la importancia de su presencia y metabolismo en el mantenimiento de la vida.

Los compuestos vitales o biocompuestos relaciona los llamados carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, hormonas y vitaminas que se ven complementados por los llamados minerales; que tienen una acción conocida en el funcionamiento de la vida; la cual tiene su origen en la célula.

Carbohidratos

¿Qué son los carbohidratos?

Es una clase de compuestos químicos que cumplen funciones diversas en los seres vivos como: fuente de energía, fuente de síntesis de otras biomoleculas y son compuestos estructurales en células y tejidos.

Químicamente son polihidroxialdehidos (polialcoholes con el grupo aldehído) o polohidriacetonas (polialcoholes con el grupo cetona). Su nombre se debe a que muchos de ellos corresponde a la formula $(CH_20)_n$ como si fueran hidratos de carbono. Más tarde se encontró que esta fórmula no era ajustable a otros carbohidratos.

La mayoría de los carbohidratos son sintetizados por las plantas durante la fotosíntesis. Las plantas almacenan la glucosa en forma de celulosa.

¿Cómo se clasifican?

De manera *general* se pueden clasificar*: simples y complejos***.** Los azucares simples como la glucosa no puede ser hidrolizados en moléculas pequeñas. Los complejos, lo conformas dos o más azucares simples.

De acuerdo al *número de unidades simples* que posea se clasifican en: *Monosacárido, disacárido y polisacárido.*

- Monosacáridos: son carbohidratos que no pueden ser por hidrólisis en unidades más simples: la glucosa $C_6 H_{12} O6$ y la ribosa $C_5 H_{10} O_5$.

Los monosacáridos de referencia como *aldosas* si corresponden a la función *aldehído; y cetosas* si lo hacen en la función cetona. De acuerdo con el número de carbonos presentes en la estructura se denominan:

- Tres C.....triosas
- Cuatro C....tetrosas
- Cinco C.....pentosas
- Seis C..... hexosas.

- Oligosacaridos: son carbohidratos cuyas moléculas llegan a tener hasta 10 monosacáridos conocen comúnmente como mono, di, tri sacáridos. Los más importantes son los disacáridos.

Los oligosacaridos se hidrolizan en medio ácido, produciendo los monosacáridos correspondientes.

$$\text{Sacarosa} + H_20 \longrightarrow \text{Glucosa} + \text{Fructosa}.$$

- Polisacáridos: son carbohidratos de alto peso molecular, constan hasta de miles de unidades de monosacáridos. Los más comunes son el almidón y la celulosa.

Monosacáridos relevantes

Los monosacáridos son sólidos cristalinos, solubles en agua, acción facilitada por los puentes de h que tienen las moléculas. La mayoría posee sabor dulce.

La nomenclatura de los monosacáridos se base en nombres comunes. Obviamente cada uno de ellos también posee la de la IUPAC. Que es utilizada en casos especiales.

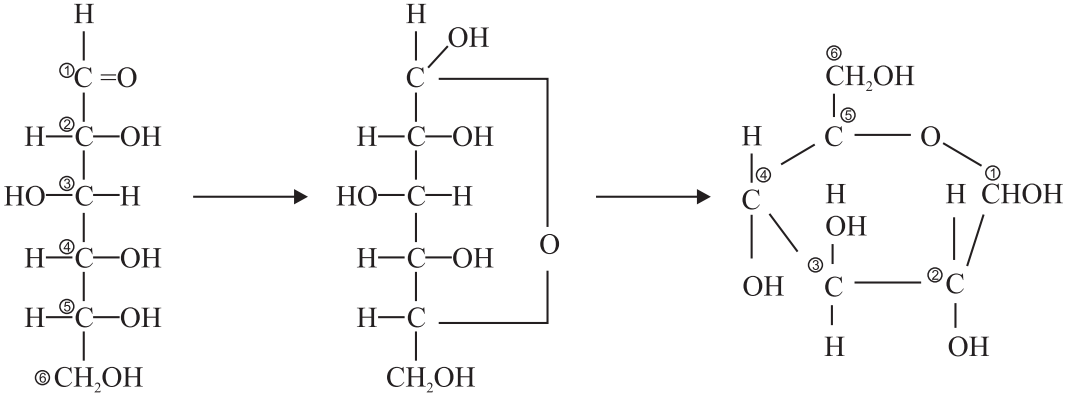
La Glucosa

Se le conoce como dextrosa o azúcar de las uvas es el carbohidrato más importante, se encuentra difundido en formas de derivados y polímeros localiza en las frutas, savia de las plantas, en la sangre y tejidos de animales. Es la unidad constituyente básica del almidón y la celulosa y hace parte de la formación de

otros disacáridos y polisacáridos, principalmente de la sacarosa. Es una de las principales fuentes de energía para procesos vitales que la requieren.

La fórmula estructural de la glucosa puede ser dibujada en forma de cadena lineal o en forma cíclica, llamada formula de Haworth, ésta ultima resulta de la reacción interna entre el grupo carbonilo y el grupo hidróxido unido al penúltimo carbono (C_5), el resultado es un ciclo de 6 miembros de los cuales no es el oxigeno del grupo hidroxilo. Él oxigeno del grupo carbonilo, por su parte recibe, recibe un hidrógeno para convertirse en otro grupo OH.

Las dos formas cíclicas de la glucosa se diferencian en la colocación del grupo OH en el C_1, este grupo puede quedar a la izquierda o derecha en la formula de Fischer, o por encima o por debajo del plano en la formula de Haworth.



Forma Lineal y Cíclica de la Glucosa

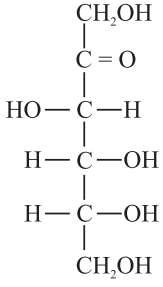
La fructosa

Conocida también como azúcar de frutas y como levulosa, por su carácter levógiro, gira el plano de luz polarizada hacia la izquierda. La fructosa es él *más dulce de todos los azucares* y se encuentra en las frutas y la miel. Hace parte de varios disacáridos como la sacarosa y algunos polisacáridos, principalmente la inulina que se encuentra en la dalia.

La fructosa puede formar ciclos por ración entre los grupos funcionales presentes en los carbonos 2 y 5, originando un anillo pentagonal llamado *furanosa* y

formas *piranosas* entre los carbonos 2 y 6. Desde el punto de vista químico la fructosa en un azúcar reductor y sus reacciones son análogas a la glucosa.

La fructosa en una cetosa cuya fórmula desarrollada es:



Otros monosacáridos de importancia

- Galactosa: no se encuentra en estado libre pero hace parte de la lactosa y algunos compuestos del sistema nervioso.
- Xilosa: es un componente de la madera, paja y heno.
- La Ribosa y Desoxirribosa: son dos pentosas de gran importancia, en el metabolismo, hacen parte de los ácidos nucleares.

Disacáridos

Los disacáridos están formados por dos unidades de monosacáridos, con eliminación de una molécula de agua. Los monosacáridos que los forman pueden ser de mismo monosacáridos o diferentes.

Los disacáridos, más comunes e importantes, donde la formula general es $\mathbf{C_{12}H_{22}H_{11}}$, están constituidos por dos hexosas.

La hidrólisis enzimática o con un ácido diluido, los disacáridos se desdoblan en monosacáridos componentes:

Sacarosa + Agua ---------- D-Glucosa + D- Fructosa.

Lactosa + Agua ---------- D-Glucosa + D- Galactosa.

Maltosa + Agua ---------- D-Glucosa + D- Glucosa.

Celebiosa + Agua ---------- D-Glucosa + D- Glucosa.

El enlace que une los disacáridos es un enlace acetal, que se forma entre un grupo OH del hemiacetal de un monosacárido con un OH del otro monosacárido.

Las diferencias en la posición del oxígeno e hidrógeno en el anillo molecular dan lugar a diferencias en la solubilidad, dulzura, velocidad de fermentación entre otras propiedades que poseen los azúcares.

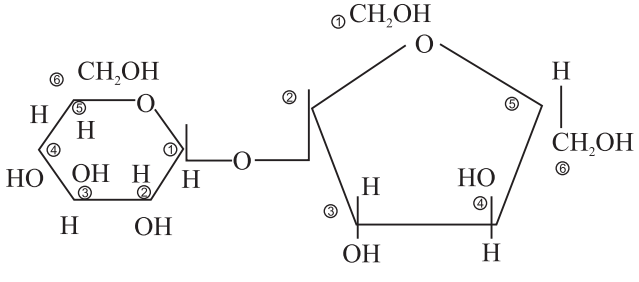
Disacáridos relevantes

La sacarosa $\mathbf{C_{12}\,H_{22}\,O_{11}}$.

Se le llama comúnmente llamar sacarosa, azúcar común o azúcar de caña. Se encuentra en algunos vegetales como la remolacha, en la caña de azúcar, el arce, la batata, maíz, sorgo, zanahoria entre otras.

La sacarosa está formada por una unidad d alfa-glucosa y otra de beta glucosa, en la estructura, el enlace entre las unidades se efectúa por intermedio del C_1 de la glucosa (que hace parte del aldehído en forma abierta) y el C_2 de la fructosa (que integra el grupo carbonilico cetónico).

La sacarosa puede ser hidrolizada por ácidos y por la acción de enzimas que se encuentran en el intestino o que se producen en la levadura. El resultado es una mezcla de glucosa y fructosa que se conoce como *azúcar invertido.*

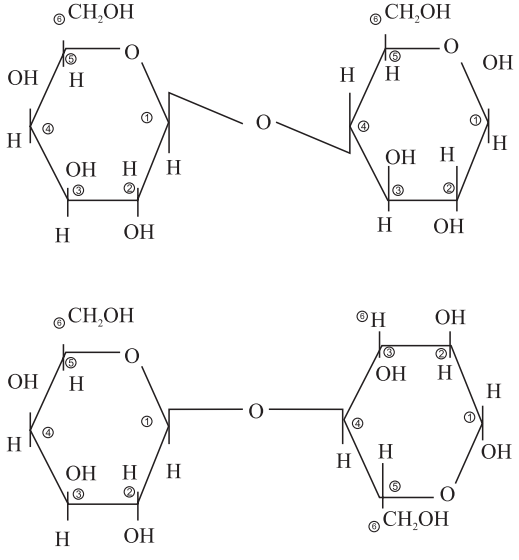


Estructura de la sacarosa

La Lactosa

Se conoce como el azúcar de leche por estar presente en la leche de los mamíferos. Representa un 3% a 5% de la leche de la vaca y un 7% de la leche humana.

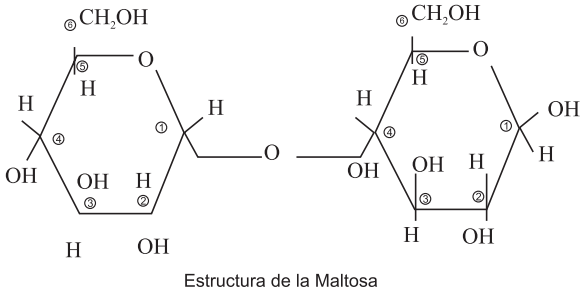
La molécula de lactosa está formada por una molécula de galactosa y otra de glucosa. El enlace se establece entre el grupo aldehído de la galactosa en el C_1 y el grupo OH del C_4 de la glucosa. Es un enlace 1-4.



Maltosa

Llamada también azúcar de malta o cebada, es obtenida por la hidrólisis del almidón (presente en la planta de cebada) por medio de la diastasa, que es una enzima presente en cebada germinada llamada amilasa.

Este proceso de hidrolización ácida o enzimático produce dos moléculas de alfa-D- glucosa.



Estructura de la Maltosa

Polisacáridos

Son carbohidratos de alto peso molecular integrados por cientos y miles moléculas de monosacáridos, comúnmente hexosas. Están unidos por enlaces glicosídicos (alfa y beta) que destruidos por hidrólisis. Se encuentran en grandes cantidades en plantas y animales; ya sea como material de reserva (almidón y glicógeno) como sustancias de soporte estructural (celulosa). Son insípidos e insolubles en agua, aunque forman con ellas soluciones coloidales. La hidrólisis total de los polisacáridos conduce a la formación de los monosacáridos componentes.

Los polisacáridos más importantes son el almidón, el glicógeno, y la celulosa; otros polisacáridos son el glicógeno, inulina, dextrina, pectinas, gomas entre otros.

Los polisacáridos no son reductores, no pueden ser fermentados directamente, sino por hidrólisis previa.

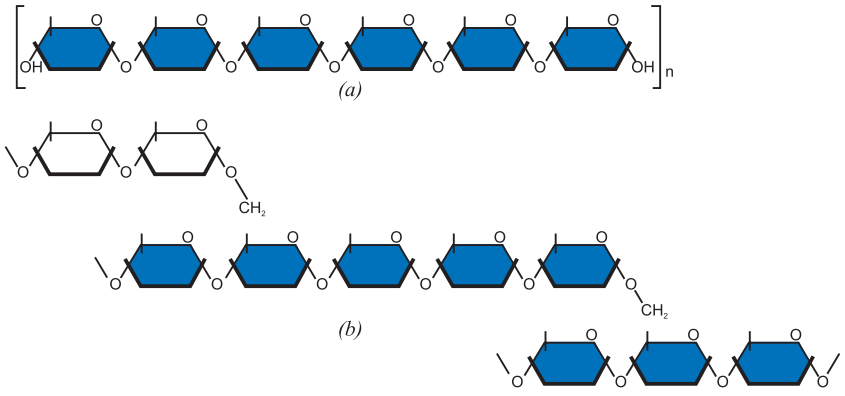
Polisacáridos Relevantes

- Almidón: carbohidratos de reserva de las plantas. Se encuentra concentrado en las semillas y raíces y tubérculos de maíz, papa, trigo, arroz y cebada entre otros.

  El almidón natural es una mezcla de dos polisacáridos *glucosanos* diferentes *la amilosa y la amilopectina*. Constituidos por unidades de alfa- glucosa.

  La *amilosa* es un polímero lineal, soluble en agua, sus unidades de glucosa se unen por enlaces 1-4.El peso molecular promedio de la amilosa es de 50.000 u.

  La *amilopeptina* es un polímero altamente ramificado e insoluble en agua, que consiste de varios cientos de cadenas cortas unidas por medio de enlaces 1-6.



Estructura de Amilosa y Amilopeptina

El almidón en estado natural aparece formado por pequeños granos visibles al microscopio y con formas diferentes para cada especie vegetal. En combinación con agua caliente los granos de almidón se hinchan, produciendo una dispersión coloidal de aspecto opalino conocido como engrudo de almidón.

No de reacciones de monosacáridos y aun en disoluciones muy diluidas da coloración azul con el yodo, siendo esta una característica de reconocimiento.

El ser humano posee la enzima llamada amilasa, que esté presente en la saliva y jugo pancreático, y propicia la conversión del almidón en maltosa. Posteriormente del jugo pancreático y del intestino delgado desdoblan la maltosa en unidades de glucosa. La glucosa libre es absorbida por las paredes del intestino y transferidas al torrente sanguíneo. Desdoblamiento similar ocurre en la sacarosa, la lactosa, y otros azucares que se ingieren en la dieta.

La hidrólisis del almidón es un proceso industrial para obtener azucares por medio del proceso llamado fermentación.

- *El Glicógeno:* constituye la reserva de carbohidratos en los organismos animales; es almacenado en el hígado y tejidos, como *glucógeno*.

  Estructuralmente el glicógeno, es similar a la amilopeptina, pero más ramificado y de menor peso molecular Cuando disminuye la concentración de glucosa en la sangre, el glicógeno se hidroliza rápidamente para producir la cantidad de glucosa necesaria y restaurar el equilibrio. El glicógeno con el yodo da coloración roja violeta.

- *La Celulosa:* es el polisacárido más abundante en la naturaleza, se encuentra en todas las planteas como componente fundamental del sostén. La fuente de celulosa más pura es el algodón. La hidrólisis completa de la celulosa da como producto la alfa-d- glucosa y su hidrólisis parcial la celobiosa. El organismo humano no descompone la celulosa, no siendo asimilable por este.

  El intestino de los rumiantes, posee ciertas bacterias que producen enzimas capaces de romper los enlaces de tipo beta de la celulosa, haciéndolas digeribles para tales animales.

Taller

- ¿Qué grupos funcionales conforman la estructura molecular de los carbohidratos?
- ¿Cómo y qué seres de la naturaleza sintetizan carbohidratos?
- Consultar con base a que se clasifican los carbohidratos.
- Consultar sobre la notación y nomenclatura de los carbohidratos. Referenciar algunos.
- ¿En qué fuentes de alimentos se encuentran los carbohidratos?
- ¿Qué pruebas calorimétricas permiten identificar los carbohidratos? Explicar.
- Señalar diferencias y semejanzas entre:
  - » Monosacáridos y polisacáridos.
  - » Glucosa y Sacarosa.
  - » Almidón y Sacarosa.
- Citar las fuentes alimentos que se emplean en la región para suplir la necesidad de carbohidratos en los animales.

- Consultar el metabolismo de los carbohidratos en los animales vacunos y caprinos de la granja.
- ¿Qué efectos fisiológicos ocasionan el defecto y exceso de los carbohidratos en el organismo?
- ¿Cómo se sintetiza y almacenan los carbohidratos en los seres vivos?
- Elaborar un diagrama sobre la clasificación de los carbohidratos.
- ¿Qué incidencia en el comportamiento químico tiene la presencia de los grupos funcionales en los carbohidratos?
- Consultar el por qué de la incapacidad los organismos humanos para digerir la celulosa y el almidón. Se eliminaran o se aprovecharan estos carbohidratos.
- Referenciar que alimentos aportan carbohidratos a los animales de la granja.
- Si hay carbohidratos más endulzantes que el azúcar de caña o sacarosa, ¿por qué su uso es frecuente?
- Consultar sobre la planta "Ramio" que se usa como alimento en porcinos y vacunos. ¿Qué porcentajes de carbohidratos aporta? ¿Qué aplicación a nivel industrial y alimenticio tiene esta planta?
- Elaborar un proyecto productivo sobre el mejoramiento del cultivo de la caña de azúcar, procesamiento en la elaboración de la panela y subproductos y su comercialización (si en su región se cultiva caña de azúcar).
- Plantear a través de un proyecto, otros cultivos que suplan la deficiencia de materia prima industrial para obtener el azúcar.
- ¿Qué posibilidad hay en la región, de crear proyectos productivos hacia la industria de mermeladas, dulces y otros subproductos con vegetales de la región?

Aminoácidos y proteínas

Las proteínas junto con los carbohidratos y lípidos conforman la trilogía de compuestos fundamentales de los organismos vivos.

Las proteínas son polímetros cuyos monómeros son los aminoácidos. Las propiedades biológicas de las proteínas se relacionan con el tipo de aminoácidos que las integran y del orden en que estos se encuentran acoplados.

Las proteínas constituyen una de las partes más importantes de las biomoleculas: los músculos, cabellos, piel, uñas, tejidos conectivos, son proteínas. Además en el metabolismo, sirven como hormonas, portadoras de vitaminas, oxigeno y bióxido de carbono y como enzimas. También llevan a cabo procesos de señalización y defensa. Las hormonas insulina y glucagón son proteínas de acción reguladora.

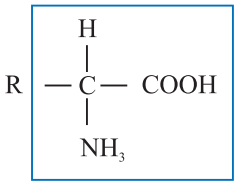
Los anticuerpos también son de estructura proteica, encargados de la defensa del organismo.

Aminoácidos

Estructura

Son compuestos orgánicos que contienen simultáneamente dos grupos funcionales *amino (NH_2) y carboxilo (-COOH)*. Los aminoácidos (aa) que hacen parte de las proteínas poseen el grupo amino y carboxilo unido al carbono alfa, por lo que se conocen como alfa-aa

La estructura general de los aminoácidos –aa- es:

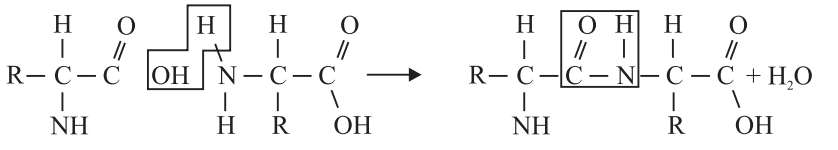


Donde ® representa uno de los 24 grupos diferentes presentes en los aminoácidos de los seres vivos. La identidad de ® hace la diferencia entre los aminoácidos.

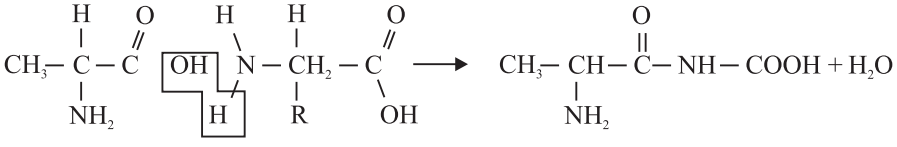
A excepción de *la prolina y la hidroxiprolina***,** el resto de aminoácidos tiene el grupo del recuadro anterior.

Los aminoácidos pueden unirse entre si mediante la formación de enlaces amídicos o enlaces peptídicos.

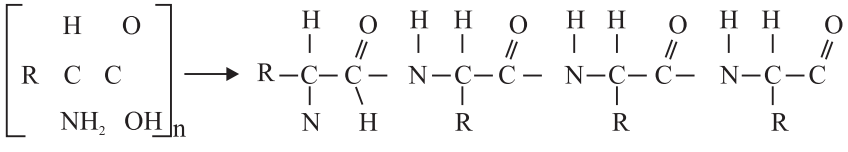
Si se une un grupo-NH_2 de un aminoácido con el grupo –COOH de otro, se forma un dipéptido, de la misma manera se forman tripeptidos mediante dos enlaces peptídicos y así sucesivamente hasta formar polipéptidos y proteínas. Cuando la cadena consta de 50 aminoácidos se le llaman *polipéptidos***,** con cadenas de mayor número de aminoácidos se llaman *proteínas.*



Enlace péptico o enlace amídico



Alanina Glicina Fracción de La alanina Fracción de la glicina



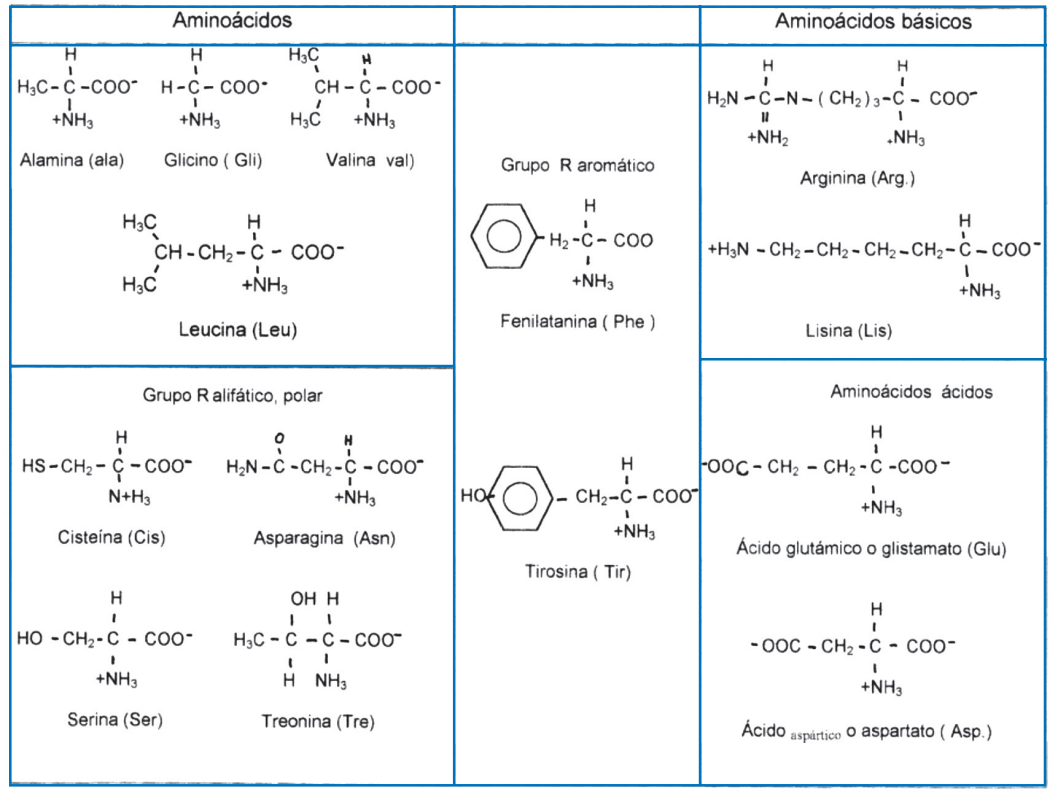
Nomenclatura

Su nomenclatura se basa principalmente en el uso de nombres comunes y de abreviaturas derivadas de estos; aunque se pueden nombrar según las normas de la IUPAC.

Clasificación

Lo que caracteriza a los *diferentes aminoácidos es el grupo ® unido al carbono –alfa*. En este sentido los aminoácidos se clasifican en:

- Neutros: aquellos que contienen un grupo carboxilo y un grupo amino.
- Ácidos: son los que contienen más grupos aminos que carboxilos.
- Básico: los que poseen más grupos amino que carboxilo.



CLASIFICACIÓN DE LOS A.A. DE ACUERDO AL TIPO DE RADICAL UNIDO AL CARBONO ALFA

De acuerdo a los *requerimientos nutricionales* se les clasifica en:

- Esenciales: son los que el organismo no puede sintetizar por sí mismo, deben obtenerse por la dieta.
- No esenciales: son sintetizados por el organismo.

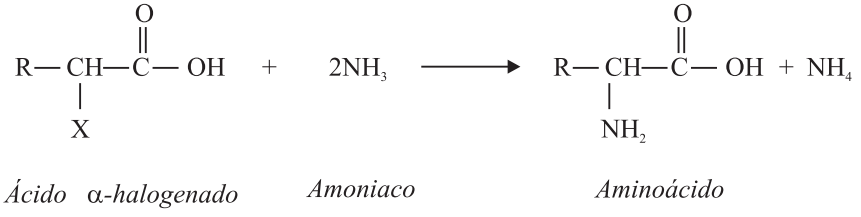
Propiedades

Son sólidos cristalinos incoloros, solubles en agua y difícilmente solubles en solventes orgánicos, funden la mayoría con descomposición. Por poseer los dos grupos amino y ácido son anfóteros. Reaccionan como bases, por el grupo amino, y como ácido, por el carboxilo.

La mayoría de los aminoácidos se obtiene por hidrólisis de las proteínas. Son óptimamente activos.

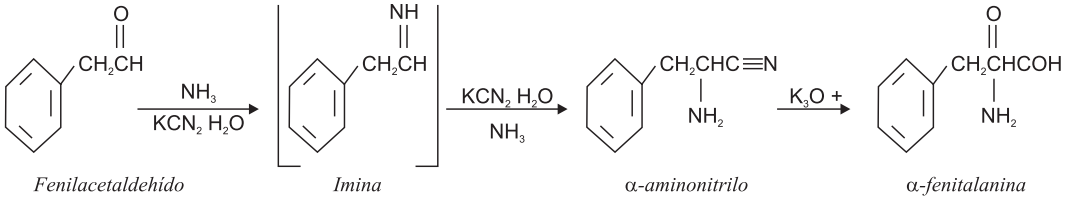
Como se Obtienen

- A *partir de los ácidos – alfa – halogenados*: el cual se trata con amoniaco obteniéndose el aminoácido correspondiente.



El grupo *R* representa el ácido que conserva el aminoácido por lo que es posible sintetizar aminoácido específico.

- Síntesis cianhídrica o método de Strecker: se fundamenta en la acción del ácido cianhídrico sobre el grupo carbonilo de un aldehído, para formar la cianhidrina; luego en presencia de amoniaco, se da la sustitución de un grupo OH por un NH_2 dando lugar a un amino-nitrilo.



Proteínas

Son polímeros de aminoácidos (aa) naturales de gran tamaño molecular. La unión entre los aminoácidos ocurre a través enlaces peptídicos, similar al que da origen a las amidas.

Clasificación

Existen diferentes formas de clasificar las proteínas. De acuerdo al número de a.a. que se encuentren acoplados, las cadenas se designan Di, tri, tetra, o polipéptidos.

Otra forma de clasificar es por su composición; si está integrado solo por alfa-a.a. es *simple,* mientras que si posee otros compuestos orgánicos en su estructura, como carbohidratos lípidos o fosfatos, entre otros, se le llama *conjugada.*

También se les dividen las proteínas en *fibrosas y globulares***,** de acuerdo a su forma. Las fibrosas, formada por cadenas lineales de polipéptidos, son de consistencia correosa e insolubles en agua. Son de consistencia resistente, por lo tanto hacen parte de la formación de las uñas, músculos, tendones. Las proteínas globulares, son semiesféricas, compactas, poseen cierta movilidad y son solubles en agua, en su mayoría conforman las enzimas.

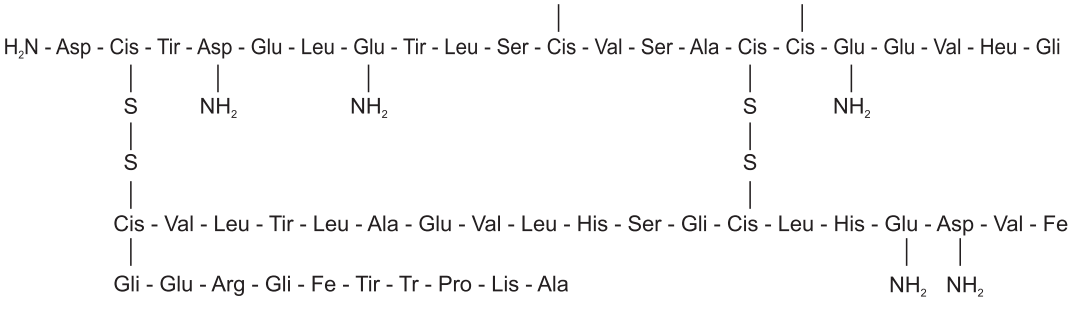
	Nombre	Función/Ocurrencia
Proteínas fibrosas	Colágenos	Pezuñas de animales y tendones
	Elastinas	Vasos sanguíneos y ligamentos
	Fibrinógenos	Intervienen en la coagulación de la sangre
	Queratinas	Piel, lana, plumas, seda, uñas, etc.
	Miosinas	Músculos
Proteínas globulares	Hemoglobina	Transporte de oxígeno
	Inmunoglobulinas	Respuesta inmune
	Insulina	Regulación de metabolismo de la glucosa

Clasificación de las Proteínas

Estructura de las proteínas

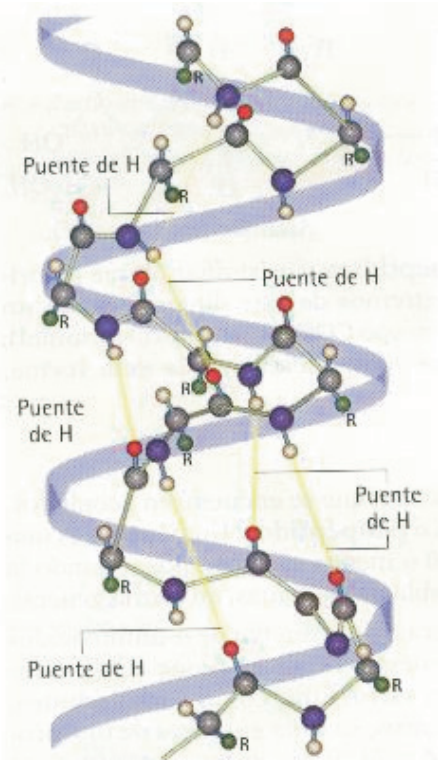
La mayoría del comportamiento fisicoquímico y biología de las proteínas dependen de la estructura tridimensional molecular.

- Estructura primaria: describe la secuencia como en que se hallan unidos los aminoácidos en una molécula de proteína, sin tener en cuenta las interacciones internas se dan entre diferentes aminoácidos de la cadena, ocasionados por el plegamiento.



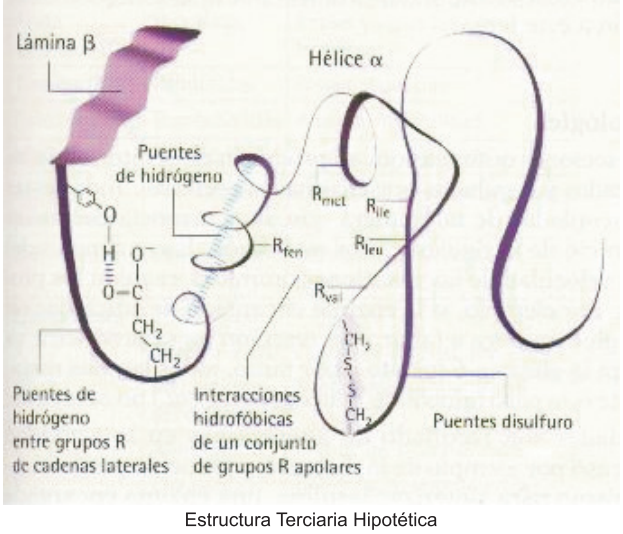
Estructura Primaria de la Insulina

- Estructura secundaria: describe la interacción entre diferentes secciones polares de la cadena de peptídica. Las interacciones se da entre el grupo amino y el carboxilo de diferentes a.a., obteniéndose los puentes de hidrógeno. En algunas proteínas como la queratina, las interacciones son de gran periocidad que toman la estructura de hélice regular. Existe otra conformación llamada laminada-beta; donde las cadenas se acoplan paralelamente.



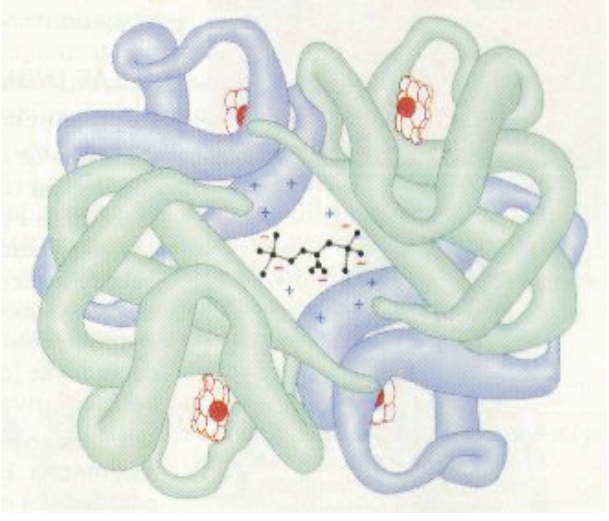
Estructura Secundaria Tipo Hélice

- Estructura terciaria: describe el plegamiento de las estructuras helicoidal y plegada sobre mismas. Las fuerzas causantes de este proceso son los puentes de disulfuro, como también las fuerzas de repulsión y atracción entre amonocaidos hidrófobos e hidrífobos que tienden a ubicarse en el interior de la proteína. Se obtiene al final una estructura tridimensional plegada y enrollada sobre sí misma en patrones complejos.



Estructura Terciaria Hipotética

- Estructura cuaternaria: referencia la forma como se agrupan varias proteínas, formando varios agregados multinúmericos, sin que se establezca enlace covalente entre ellas.



Estructura Cuaternaria de la Hemoglobina

Propiedades de las proteínas

- Desnaturalización: las proteínas al calentarse y exponerse a la luz ultra violeta o se tratan con soluciones diferentes como alcohol, ácidos o bases diluidas, experimentan cambios notables en la solubilidad y propiedades biológicas. Dichos cambios en la mayoría de los caso son irreversibles.

- Puntos isoeléctricos: **dependiendo** del medio donde se encuentre la proteína, es posible definir el punto isoeléctrico de un polipéptido como el pH.

- Reacciones coloreadas: existe una serie de pruebas colorimétricas para identificar proteínas, entre estas se encuentran las de Biuret y la xantoproteica.

- Hidrólisis: los enlaces de una proteína se pueden romper la hacerlas reaccionar con ácido fuerte a altas temperaturas. Se obtiene segmentos peptídicos más pequeños que los iniciales.

Funciones de las proteínas

Las proteínas cumplen diferentes funciones dentro del organismo vivo, entre estas sé referencian: la función estructural, la de transporte, la de defensa y el enzimático.

Como se elaboran las proteínas

Las enzimas regulan el metabolismo, controlan en gran parte del funcionamiento de nuestro organismo. Si lo relacionamos con estructura de las proteínas, vemos que estamos hechos de fundamento proteico.

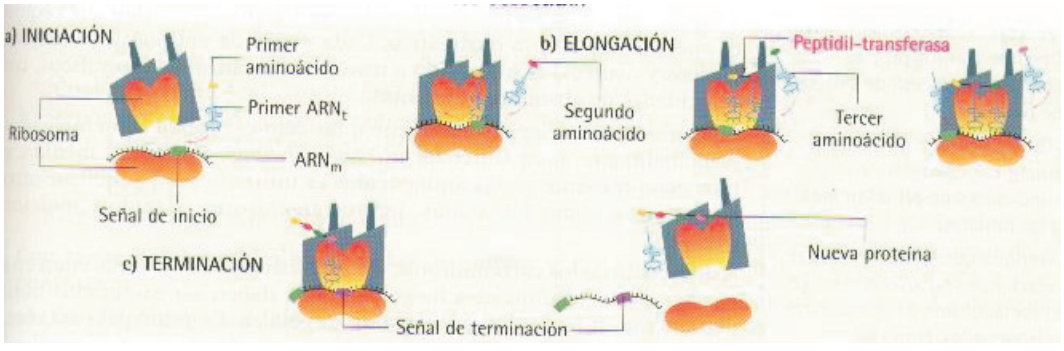
¿Cómo sabe un organismo que la enzima que se necesita para un proceso es la adecuada y se encuentra en el sitio adecuado?

Los fundamentos genéticos ilustran la respuesta. Dentro del núcleo de la célula se encuentra los cromosomas, compuestos básicamente por A.D.N (ácido desoxirribonucleico) codifican y descodificación de los códigos para la síntesis de proteica que se necesita. La transferencia del código desde el A.D.N. se realiza por medio del A.R.N. (ácido) el cual lo integran tres tipos de A.R.N. llamados: el RNA ribosómico (RNAr), el RNA de transferencia (RNAt) y el RNA mensajero (RNAm). El RNAm copia la información del ADN de los cromosomas y la transporta fuera del núcleo hasta los ribosomas, donde sé sinterizan las proteínas. El RNAt traduce el código al lenguaje de los aminoácidos, en orden correcto de e estructuras y la secuencia en que deben ser acoplados para formar la proteína deseada. El Proceso de síntesis de proteína se resume en:

- Iniciación: se ensambla el RNAm al ribosoma, se le une una molécula de RNAt que es complementario con una sección específica del RNAm se une a este y traduce la primera sección del mensaje, la estructura del primer aminoácido que debe ser colocado.

- Elongación: el segundo RNAt se acola con la segunda sección del RNAm y transporta el segundo aa que se une al primero por enlace peptídico, por acción de la enzima: petidil transferasa. Este proceso se repite cuantas veces como aminoácidos haya en la proteína que se está sintetizando.

- Terminación: el proceso se detiene cuando se llega a una sección del RNAm el cual lee el orden de detener el proceso, se cesa el transporte de aminoácidos.



Proceso de Síntesis de Proteínas: Iniciación, Elongación, Terminación

Taller

- ¿Qué son los aminoácidos? ¿Cuántos aminoácidos son esenciales para el metabolismo de plantas y animales?
- ¿Cómo se representa el nombre de los aminoácidos? Explicarlos con ejercicios.
- ¿Qué función fisiológica cumplen los aminoácidos en el organismo?
- ¿Qué grupos funcionales hacen parte de la estructura molecular de los aminoácidos?
- Justificar el carácter ácido y básico de los aminoácidos.
- Consultar la síntesis de aminoácidos en plantas y animales. Establecer diferencias y semejanzas.
- ¿Mediante qué tipo de enlaces se unen los aminoácidos para formar proteínas?

- ¿Qué función cumplen las proteínas en los seres vivos?
- Elaborar una lista de los alimentos que consumimos y que nos aportan proteínas.
- ¿Consultar sobre el depósito y conservación de proteínas en nuestro organismo?
- Referenciar algunos agentes químicos que producen la desnaturalización de las proteínas.
- Consultar la diferencia estructural entre: aminas, amidas y nitrilos.
- ¿Cuáles son las diferencias entre aminoácidos y peptidos?
- Elaborar un cuadro comparativo entre las proteínas sencillas atendiendo la solubilidad.
- A través de un diagrama describir las fases de la estructuración de una proteína.
- Consultar sobre la necesidad de las proteínas en la dieta humana.
- Consultar sobre las raciones proteícas promedio, recomendables en el hombre, bovinos, porcinos y aves.
- ¿Qué alimentos suministrados a los animales en la granja, le aportan la ración proteica?
- Elaborar un plan de mejoramiento de productividad en la granja, suministrando productos de la región, ricos en proteínas.
- Consultar consecuencias fisiológicas y de productividad, ante la deficiencia de proteínas en los animales.

Lípidos

En la conformación de la estructura de los lípidos se pueden encontrar funciones orgánicas diversas como esteres, amidas, alcoholes y acetales. Muestran también variedad estructural desde la lineal hasta diversos complejos cíclicos.

Como se agrupan

A partir de la estructura de la molécula los lípidos se agrupan en: hidrolizables y no hidrolizables.

Lípidos hidrolizables

Son esteres de ácidos grasos bajo al acción de ácidos o bases fuertes o de enzimas digestivas se descomponen en compuestos menores. Este grupo lo conforman: ceras, grasa y aceites.

Ácidos grasos

Son orgánicos presentan el grupo –C00H, con larga cadena de hidrocarbonada lineal. Según posean enlaces dobles o no, se clasifican en saturados e insaturados.

La presencia de dobles enlaces da lugar a isómeros geométricos: cis y trans. Las propiedades físicas de los ácidos grasos están relacionadas con la longitud de la cadena hidrocarbonada y grado de instauración. A los ácidos grasos se les domina usualmente por nombres comunes.

Las ceras

Son esteres grasos con alcoholes, de cadena larga con 24 a 36 carbonos. Por ser la cera apolar no se disuelve en el agua.

Estructura de grasa y aceites

Los conforman un grupo llamado acilgliceroles, son estrés del glicerol, un poliol con tres grupos de OH. Pueden existir los mono, di o triacilgliceroles. Estos últimos son los más abundantes en la naturaleza, son los triglicéridos.

Las grasas derivadas del ácido palmitito y esteárico se les llama comúnmente palmitina y estearina. Los aceites son esteres glicéricos del ácido oleico, se les llama oleínas.

Propiedades físicas

Por lo general las grasas son de origen animal, pero los aceites de origen vegetal; los lípidos simples son de color blanco o amarillento, al tacto son untuosos, densidad menor que el agua. A temperatura ambiente los aceites son líquidos y las grasas semisólidas. Algunos poseen olor característico como el de linaza, aceite de oliva.

Propiedades químicas

Entre las propiedades químicas se tienen: descomposición térmica, enranciamiento, reacciones de adición, hidrólisis y la saponificación.

Funciones de los lípidos simples en los seres vivos

Las principales funciones de las ceras son ser protectora e impermeabilizante. Así las plumas, la piel, las hojas y algunos frutos se revisten de una capa ceros que evita la perdida de agua, lo protegen contra insectos y daños mecánicos.

Entre las funciones se tienen:

- Almacenamiento de carbono y energía: lo almacenan en tejido adiposo, son reservas de energía. Proporciona mayor energía que los azucares.
- Protección contra daños mecánicos y bajas temperaturas: los tejidos adiposos cumplen funciones de protección contra golpes y descensos fuertes de temperatura.

Lípidos compuestos

Son los esteres de los ácidos grasos que a y el ácido demás del alcohol contienen otros grupos químicos. De acuerdo al grupo adicional se le divide en: *fosfolipidos y glicolipidos.*

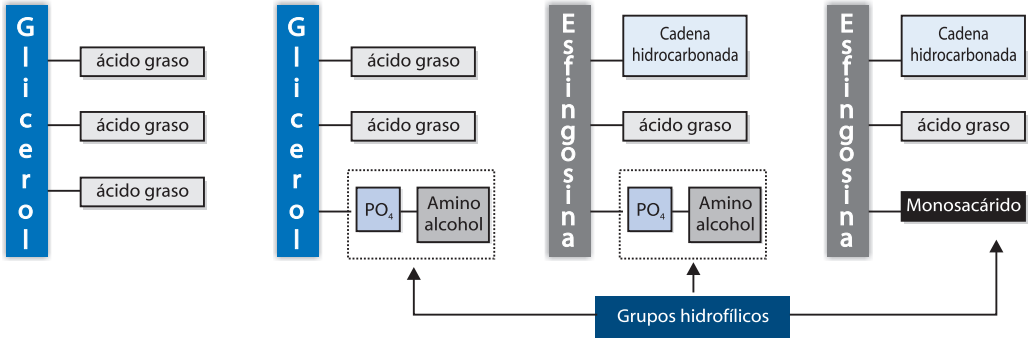
- Fosfolípidos: como grupo adicional tiene un residuo fosforito ($H_3 PO_4$) y un amino alcohol, como *colina* (OH-CH_2 CH_2 –$(CH_3)_3$) o *serina* (OH-CH_2 –CH (NH_2) –COOH). De acuerdo al tipo de alcohol que poseen en su estructura molecular se les divide en: fosfogliceridos *y esfingolipidos.*

- Fosfogliceridos: hacen parte de la membrana celular de los seres vivos, siendo las más importantes las *lecitinas y cefalinas.*

  » Lecitinas: se encuentra en la yema del huevo, tejido nervioso y cerebral. Es importante fisiológicamente por el transporte de grasa, así por ser componente del citoplasma celular.
  » Cefalinas: son una mezcla de *fosfatidiletanolamina y fosfatidilserina;* compuestos involucrados en la coagulación de la sangre.

- Esfingolipidos: se encuentran en abundancia en tejidos nervioso y cerebral, donde la *esfingomielina* es importante en el recubrimiento de fibras nerviosas.

- Glicolipidos: distribuido en el cuerpo, principalmente en el cerebro, recibiendo el nombre de *cerebrosidos*. Se localizan en la parte externa de la membrana plasmática, formando parte de los carbohidratos de la superficie celular.



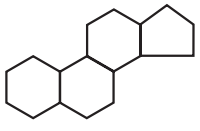
Representación Esquemática de Estructura de Triglicérido

Lípidos no hidrolizables

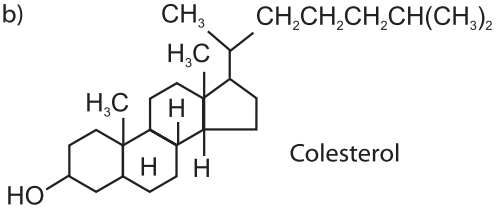
Estos no experimentan hidrólisis al ser tratados con ácidos o bases fuertes. Esto se debe a que carece en su estructura de grupos éster. Este grupo incluye compuestos con estructuras diversas como:

- Esteroides: son derivados de alcoholes cíclicos de peso molecular elevado. Se encuentra en la célula viva, son derivados del *núcleo de esteroide*. El colesterol, es el esteroide más importante en la bioquímica de los animales. A partir de esto se sintetiza compuestos vitales como las sales biliares, hormonas esteroides y algunas lipoproteínas. Hace parte de la membrana celular. Su principal es el transporte de grasas a través del torrente sanguíneo. La alteración del colesterol conlleva a la arterioesclorosis.

a)

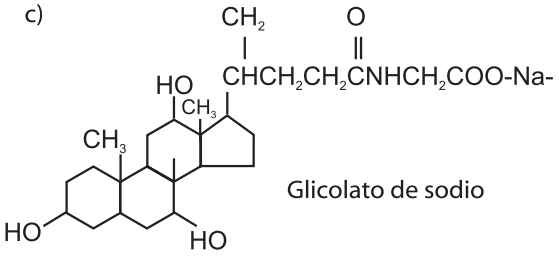


b)



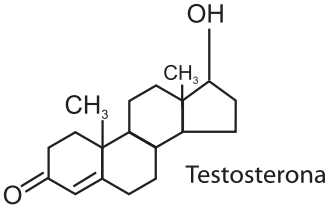
Colesterol

c)

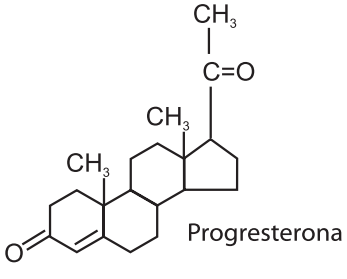


Glicolato de sodio

d)



Testosterona

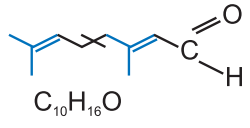


Progresterona

- Icosanoides: son derivados de ácidos grasos poliinsaturados. Hay tres tipos de icosanoides: prostaglandinas, *leucotrienos y tromboxanos.* Los icosanoides son hormonas de acción local. Participan en respuestas locales, inducción de fiebres por infecciones, regulación de presión sanguínea y reacciones alérgicas, entre otros.

- Terpenoides: son polímeros del isopreno y derivados oxigenados. Los terpenoides son común en tejidos vegetales, componen la mayoría de aceites esenciales, como el geraniol, el citral, el mentol y el alcanfor. Algunas vitaminas como le E y la K son terpenoides. Los *carotenoides*, es un grupo importante de los terpenoides de coloración rojal amarilla o naranja debido a la presencia de múltiples enlaces dobles.

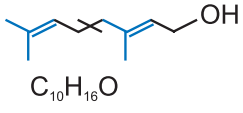
a)



$C_{10}H_{16}O$

Citral

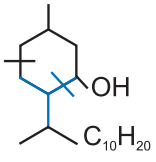
b)



$C_{10}H_{16}O$

Geraniol

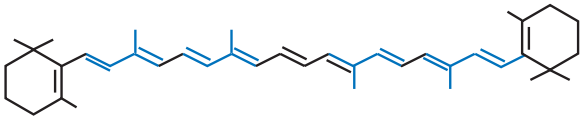
C)



$C_{10}H_{20}$

Mentol

d)



Beta-caroteno

Taller

- Conceptuar el significado de lípidos. ¿Qué funciones químicas lo integran en su estructura molecular?
- Justificar por qué algunos compuestos de los lípidos, son líquidos, semilíquidos y otros sólidos.
- Ampliar los conceptos que se han estudiado, sobre reacciones de obtención y químicas de lípidos. Desarrollar ejercicios.
- Explicar qué relación se establece entre los lípidos y los jabones.
- ¿En qué alimentos de la dieta se consumen o contienen lípidos? Identificar y escribir su fórmula estructural. Sacar conclusiones.
- ¿Qué función fisiológica cumplen las grasas, las ceras y los aceites en el ser vivo (vegetal y animal)?
- ¿Por qué la margarina o mantequilla se conserva por más tiempo sin ponerse rancia al guardarse en la nevera?
- Relacionar algunos lípidos con funciones biológicas. ¿Qué incidencia tiene en el organismo el carecer de uno o varios lípidos?
- ¿Qué función cumplen los carotenoides en los vegetales?
- Socializar la consulta sobre la clasificación de los lípidos.
- Consultar sobre el metabolismo de los lípidos.
- Referenciar algunas diferencias entre ceras, grasas y aceites.
- ¿Qué función cumplen en los vegetales, los terpenoides?

- Citar algunas fuentes de lípidos, de origen vegetal y animal existentes en la región.
- ¿Qué factores inciden en el incremento del colesterol en el organismo? ¿Qué incidencia fisiológica tiene sobre éste?
- Consultar los rangos de colesteroles normales en el adulto humano.
- Consultar la formula estructural de la testosterona y progesterona. Establecer semejanzas y diferencias. ¿Qué función fisiológica cumplen?
- ¿Qué incidencia tienen los lípidos en la contaminación de aguas y suelos?
- ¿Qué posibilidad hay, de utilizar lo aprendido en un proyecto productivo que conlleve a la tecnificación de lípidos de origen vegetal y animal oriundos de la región?

Ácidos nucleicos

Toda información que determina la naturaleza de una célula y por lo tanto los rasgos fenotipicos y genotípicos en un ser vivo, esta codificado por una molécula conocida como ADN (ácido desoxirribonucleico), que también controla la división celular y el crecimiento celular, dirige biosíntesis de proteínas y enzimas que cada célula requiere para cumplir sus funciones vitales.

Los ácidos nucleicos sé conceptualizan como moléculas complejas formadas de C, O, N y P; constituyen la base de los cromosomas y el fundamento de la forma de expresarse la información genética en la síntesis de las proteínas y enzimas que propias de cada individuo.

Existen dos tipos de ácidos nucleicos: ADN y el ARN (ácido ribonucleico), este último presente en el núcleo y otras estructuras celulares.

También existen las estructuras llamadas *nucleosidos*, que está formada por base nitrogenada que puede ser *púrica* (adenina(A), guanina(G) o *pirimidica:* uracilo

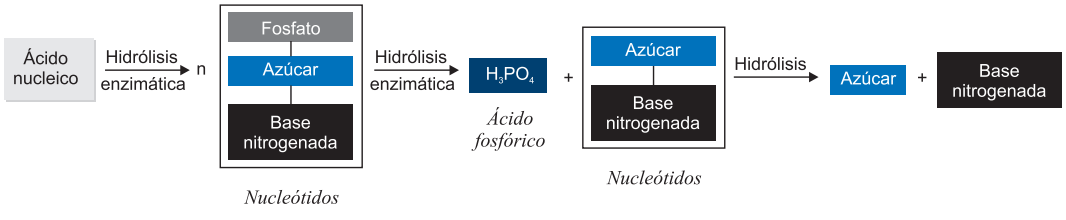
(U), citosina (C), timina (T) y una pentosa que el ARN es la ribosa y el ADN es la desoxirribosa.

A igual que las proteínas, los ácidos nucleicos son polímeros formados por bloques de construcciones llamados *nucleótidos.*

Los nucleótidos, están formados por nucleótidos a los que se le ha unido un gripo fosfato $(PO_4)^{-2}$

Son sustancias encargadas de llevar a cabo las instrucciones genéticas del ADN iniciando la síntesis de proteínas.

Las cantidades de ADN son constantes en la célula más no así la de ARN. La estructura del ADN es similar a la del ARN, solo que en esta última posee el uracilo en vez de la timinia presente en ADN.



Estructura de Ácidos Nucleicos

Los nucleótidos que conforman el ADN son una molécula de desoxirribosa y una base nitrogenada purica. La unión entre nucleótidos se da mediante un enlace de tipo éster entre el protón disociado del grupo fosfato, el cual se haya unido al OH del carbono 5' de un azúcar y él OH del carbono 3' del otro azúcar.

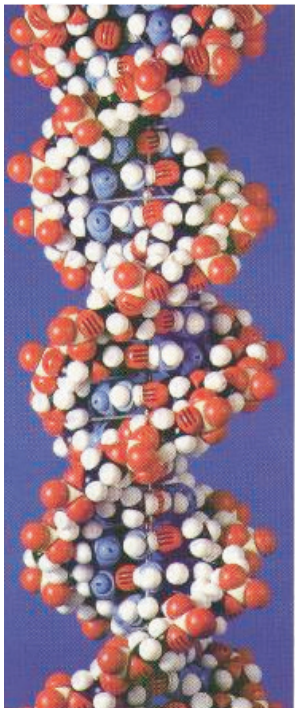
La secuencia de nucleótidos en la cadena de ADN se describe en dirección de 5'-3', identificando las bases, de forma abreviada, en el orden de aparición.

La estructura tridimensional del ADN fue planteada por James Watson y Francis Crick, en 1953, planteo consta de dos cadenas simples de ADN, cuyas bases complementarias se encuentran apareadas, de tal manera que se forma una doble hélice.

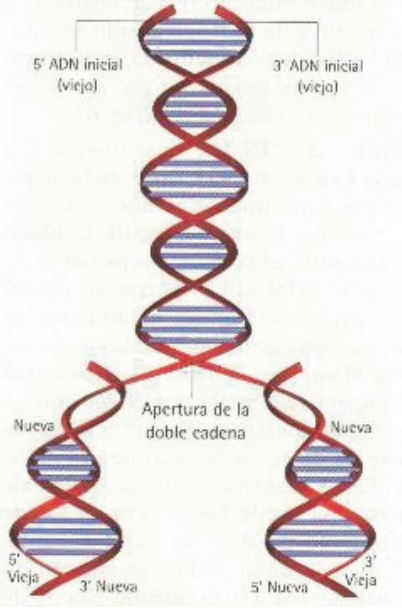
Replicación de ADN

El ADN contiene información genética, así que cada vez que una célula se divide, debe sintetizarse una copia completa de su ADN, par la nueva célula. Este proceso se le llama *replicación* e implica la intervención de varias enzimas para catalizar cada fase de la síntesis. Sobre cada una de las cadenas de ADN se va agregando nucleótidos, cuyas bases se van complementando con las bases de la cadena que sirve de molde así: A con T y C con G. En la dicción de los nucleótidos actúa la enzima *ADN-polimeriza* y se realiza en el sentido 3'-5'. Finalmente se obtiene dos moléculas de ADN una de las cuales consta de una hebra nueva y una vieja que sirvió de molde, por lo que se dice que la síntesis del ADN es simiconservativa.

a) Esquema de la doble hélice



b) Modelo



Replicación del ADN

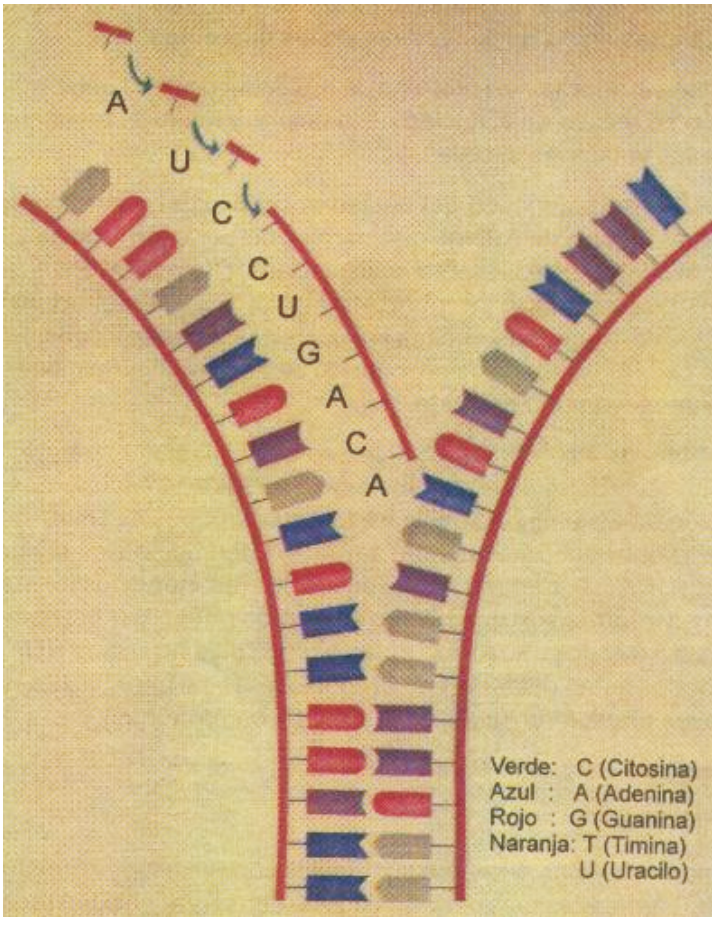
Ácido ribonucleico-ARN-

El ARN es una molécula que también almacena y transfiere información genética dentro de la célula. En algunos virus su información genética se almacena en el ARN y no el ADN. En organismo donde el ADN es quien almacena la información, el ARN cumple el papel secundario y transfiere información genética a diferentes puntos de la célula.

Estructura del ARN

Los nucleótidos del ARN son una ribosa, un grupo fosfato y cualquiera de las siguientes bases nitrogenadas: A, G, C, U, pero nunca timina (T).

El ARN consta de cadena sencillas, aun cuando las cuatro bases mencionadas se pueden acoplar, las moléculas de ARN no forman dobles hélices debido a la presencia del grupo OH en el carbono 2 – C_2 - de la ribosa, presentando un impedimento espacial para el plegamiento de la cadena. Las cadenas de ARN también poseen una dirección 3'-5', son más flexibles e inestables que el ADN.



Síntesis del ARN sobre una de las cadenas de Poli nucleótidos del ADN que actúa como molde.

Tipos de ARN

Existen tres tipos de ARN: el ribosomal, el mensajero (m) y de transferencia (t); cada uno posee estructura tridimensional y funciones especificas.

- **ARN ribosoma (ARNr)**: se encuentra en el citoplasma de la célula; constituye la maquinaria donde se lleva la síntesis de proteínas. Sirve además de punto de anclaje del ARNm a través del apareamiento de bases complementarias entre ambas cadenas.

- **ARN mensajero (ARNm)**: contiene la información para dirigir la síntesis de una o más proteínas. Su función consiste en copiar la información genética almacenad en el ADN del núcleo y transmitirla por el citoplasma hasta el ribosoma, en un proceso llamado *trascripción*. A la secuencia básica del ARNm es la producida de secuencia de aminoácidos de la proteí-

na. Es una cadena lineal que se caracteriza porque el extremo 3' posee varios nucleótidos de adenina, que conforman la llamada cola-poli A: el extremo 5' presenta un extremo trifosforilado y metilado. Se cree que estos rasgos específicos intervienen en el reconocimiento y acople entre el ARNm y los ribosomas.

- **ARN de transferencia (ARNt)**: interviene en la síntesis de proteínas, completando la función hedí ARNm al traducir el lenguaje de nucleótidos a aminoácidos. La función del ARNt es transportar aminoácidos concretos a sus puestos específicos en el molde que sintetiza las proteínas. Cada ARNt tiene una secuencia de tres nucleótidos llamada *anticodon,* que es clave en la síntesis de proteínas.

Síntesis de proteínas

Una vez en el citoplasma el ARNm, hace el papel de plantilla para el ordenamiento de aminoácidos en las proteínas. El proceso para formarlas proteínas del ARNm a ARNt se llama traducción. El orden original de las bases de una porción de ADN se traduce el orden de los aminoácidos de una proteína particular.

Las informaciones son llevadas por el ARNt al ribosoma donde se localiza el ARNr, estas unidades están dispersas en el citoplasma y se unen en la síntesis que se realiza en los ribosomas.

Taller

- Referenciar la estructura básica de los ácidos nucleicos. Analizar y explicar.
- Consultar y diagramar las estructuras de ADN y RNA. Establecer semejanzas y diferencias.
- Justificar la replicación de ADN durante el proceso de división celular.
- Consultar las funciones de cada una de las clases de RNA.

- ¿Que se conoce como el fenómeno de código genético?
- Establecer relaciones entre los ácidos nucleicos y las proteínas.
- ¿Que ha revelado el desciframiento o conocimiento del código genético? ¿Qué aplicación a nivel regional, le daría al uso de conocimientos de genética?
- ¿Qué variedad de vegetales y animales han mejorado y aumentado su productividad con el mejoramiento de información genética?
- Diagramar el proceso de síntesis de proteína mediante los ácidos nucleicos.
- Consultar como se unen los nucleótidos para formar ácidos nucleicos. Dar ejemplos.
- ¿Qué significa que una cadena de poli nucleótido sea 3' – 5'?
- Diagramar el proceso del flujo de información desde el ADN en el núcleo celular, hasta los ribosomas en el citoplasma.
- ¿Por qué el ARN sufre degradación por bases fuertes y el ADN no?
- Consultar sobre los cultivos transgénicos. ¿Qué son?, ¿Dónde se producen?, ¿en que benefician o perjudican los cultivos?
- ¿Consultar si en la región se ha hecho uso de cultivos transgénicos, referenciar los pro o los contra?
- ¿Cómo podemos aplicar lo aprendido en un proyecto que apunte al mejoramiento de la producción vegetal y/o animal, utilizando información genética?

La estructura de la naturaleza y sus ciclos

El uso actual de los recursos naturales y el aumento de la población y de los animales criados por ésta, producen efectos negativos sobre el ambiente. Estos efectos derivan de la progresiva destrucción de la capacidad del territorio de mantener ecosistemas en equilibrio por la creación de carreteras, centros urbanos, actividades industriales, la agricultura intensiva con uso excesivo de agroquímicos, etc. Las prácticas agrícolas son responsables por lo menos en parte de la deforestación, desertificación, cambios en el clima, aumento en la salinidad y pérdida de la fertilidad en los suelos, etc. Todo esto ha sido provocado con objeto de aumentar la producción alimentaria, pero a aun alto costo: envenenamiento del ambiente.

En este escenario, la intervención del ser humano para un desarrollo ecológico y socialmente compatible, se hace cada día más necesaria. El mejoramiento genético asume un papel importantísimo, pero siempre que interactúe con otras disciplinas científicas para una aplicación eficaz de la Biotecnología.

La Biotecnología, mediante la ingeniería genética, propone soluciones para lograr tal aumento en la producción con una significativa reducción en el daño del ambiente.

Los científicos, técnicos agrícolas y los mejoradores vegetales deben estar conscientes de que su trabajo tiene como finalidad la producción redituable, pero sin comprometer los recursos naturales y la salud del hombre. Por esto, el principal objetivo actual de la agronomía no es más el de reducir los costos de producción como era hace algunos años, sino el de reducir los daños provocados al ecosistema por los modernos sistemas intensivos de producción.

La Biotecnología no sólo interesa a los agricultores y ecologistas, sino también a los médicos, industriales, militares y hasta al mundo católico. Con la ingeniería genética, los científicos disponen de un instrumento importante, no solo para manipular la vida, sino también para conocer con mayor profundidad la naturaleza.

Nuestra población y el medio ambiente

El término ecología proviene de la raíz griega "oikos", que significa "casa", combinada con la raíz "logos" que significa "la ciencia o el estudio de". La ecología se refiere al estudio de los pobladores de la tierra, incluyendo plantas, animales, microorganismos y el género humano, quienes conviven a manera de componentes dependientes entre sí. La ecología no solo tiene relación con los organismos sino con flujos de energía y con los ciclos de la materia en el continente, en los océanos, en el aire y en las aguas continentales, por ello también puede considerarse como "el estudio de la estructura y función de la naturaleza", entendiendo que la humanidad es parte de esta última (Eugene P. Odum).

La ecología es el estudio de las interacciones entre los organismos y de éstos con su ambiente físico. Los ecólogos intentan cuantificar las variables que afectan a los organismos en la naturaleza, construir hipótesis que expliquen la distribución y abundancia observadas de los organismos, y realizar y someter a prueba las predicciones basadas en sus hipótesis.

La población es una unidad primaria de estudio ecológico; es un grupo de organismos de la misma especie, ínter fértiles, que conviven en el mismo lugar y al mismo tiempo. Entre las nuevas propiedades que aparecen en el nivel de organización de población están los patrones de crecimiento y mortalidad de la población, la estructura etaria, la densidad y la distribución espacial.

Una compleja gama de factores ambientales, tanto bióticos como abióticos, desempeñan un papel en la regulación del tamaño de la población. Los factores que influyen en las tasas de natalidad o de mortalidad independientemente de la densidad de la población, son llamados independientes de la densidad; frecuentemente obedecen a perturbaciones ambientales importantes. Los factores que provocan cambios en las tasas de natalidad o de mortalidad, como los cambios en la densidad de la población, son llamados denso dependientes; estos factores incluyen numerosos recursos que están disponibles en forma limitada.

Las poblaciones pueden ser caracterizadas por sus estrategias de reproducción, que son grupos de características co-adaptadas que afectan la supervivencia reproductiva. Estas características generalmente están genéticamente determinadas y por ello, sujetas a la selección natural. Los extremos de las características alternativas incluyen: abundante progenie versus escasa progenie, progenie

pequeña versus progenie grande, maduración rápida versus maduración lenta, poco o ningún cuidado parental versus cuidado parental intenso, y reproducción sexual en una sola ocasión versus reproducción sexual en muchas ocasiones. En una gran variedad de organismos las alternativas incluyen también reproducción asexual.

Propiedades de las poblaciones

Una población es un grupo de organismos de la misma especie que se cruzan entre sí y que conviven en el espacio y en el tiempo. El conocimiento de la dinámica de poblaciones es esencial para los estudios de las diversas interacciones entre los grupos de organismos y tiene, además, una importancia práctica enorme.

Entre las propiedades de las poblaciones, que no son propiedades de los individuos, se encuentran los patrones de crecimiento, de mortalidad, la estructura etaria (de edades), la densidad y la distribución espacial.

La tasa de crecimiento de una población es el incremento en el número de individuos en una unidad dada de tiempo por cada individuo presente.

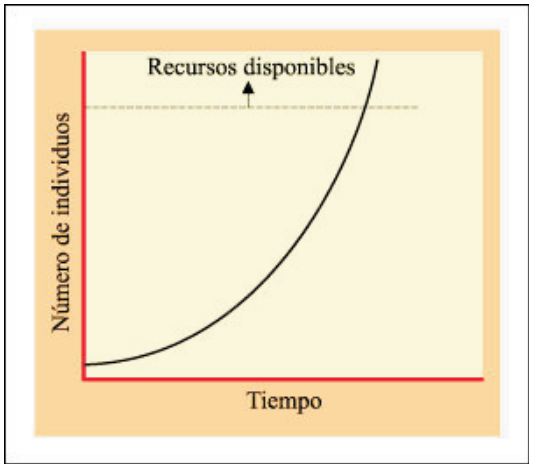
En ausencia de inmigración neta (movimiento de otros individuos de la especie hacia la población desde cualquier otro sitio) o de emigración neta (la salida de individuos de la población), el incremento es igual a la tasa de natalidad menos la tasa de mortalidad. Así, la tasa de crecimiento puede ser igual a cero, positiva o negativa (como lo es actualmente para la población humana en algunos países).

Esta propiedad de una población es llamada su tasa de crecimiento *per cápita* y se simboliza con la letra r.

El modelo más simple de crecimiento de una población cuyo número de individuos se incrementa a una tasa constante es conocido como crecimiento exponencial y se lo describe con la siguiente ecuación diferencial:

$$dN / dt = r * N$$

En esta ecuación, r es la tasa de crecimiento per cápita (que en ausencia de inmigración o emigración neta es igual a la tasa de natalidad menos la tasa de mortalidad), N es el número de individuos de la población en cualquier momento dado (t), y dN/dt es la tasa de crecimiento de la población (el cambio en el número de individuos a lo largo del tiempo). Un aspecto clave del crecimiento exponencial es que, aunque la tasa de crecimiento per cápita permanezca constante, la tasa de crecimiento se incrementa cuando el tamaño de la población se incrementa.



Curva de Crecimiento Exponencial

Después de una fase de establecimiento inicial, la población se incrementa del mismo modo que una cuenta de ahorros con interés compuesto. Aunque la tasa de incremento per cápita permanece constante, la tasa de crecimiento de la población aumenta rápidamente a medida que se incrementa el número de individuos reproductores. El crecimiento exponencial es característico de poblaciones pequeñas con acceso a recursos abundantes.

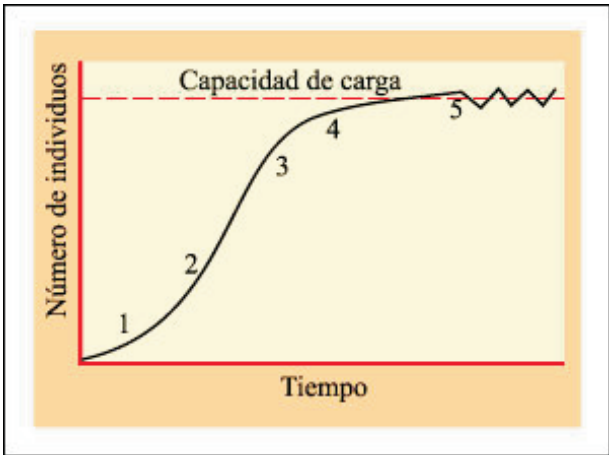
El crecimiento exponencial no puede continuar sin una caída en el tamaño de la población. El modelo logístico, que toma en cuenta la, describe uno de los patrones de crecimiento de población más simples observados en la naturaleza. El crecimiento logístico es representado por la ecuación:

$$dtN = r * N * [(K - N) / K]$$

En esta ecuación, *K* representa la capacidad de carga. Para muchas poblaciones, el número de individuos no está determinado por el potencial reproductivo, sino por el ambiente. Un ambiente dado puede soportar sólo a un número limitado

de individuos de una población determinada en cualquier conjunto específico de circunstancias. El tamaño de la población oscila alrededor de este número, que se conoce como la capacidad de carga del ambiente. Es el número promedio de individuos de la población que el ambiente puede sostener bajo un determinado conjunto de condiciones. Para las especies animales, la capacidad de carga puede estar determinada por la disponibilidad de alimento o por el acceso a sitios de refugio. Para las plantas, el factor determinante puede ser el acceso a la luz solar o la disponibilidad de agua.

El gráfico de la ecuación se asemeja, en principio, a la curva de crecimiento exponencial, elevándose lentamente cuando *N* es aún pequeño y luego disparándose rápidamente a medida que *N* se incrementa. Sin embargo, a diferencia del crecimiento exponencial, el crecimiento logístico se hace gradualmente más lento a medida que la población se aproxima a la capacidad de carga y, finalmente, la población se estabiliza en o cerca de la capacidad de carga; el gráfico resultante es una curva en forma de S.

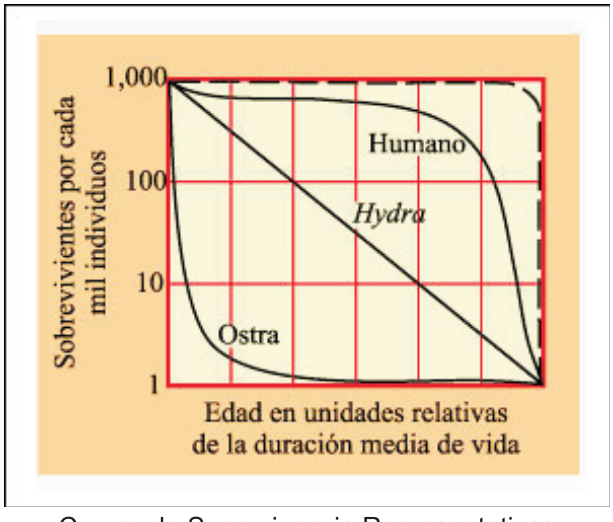


Curva de Crecimiento Logístico

Uno de los patrones de crecimiento más simples observados en las poblaciones naturales se conoce como crecimiento logístico y se representa con una curva sigmoide, o en forma de S. Como ocurre con el crecimiento exponencial, hay una fase de establecimiento inicial en que el crecimiento de la población es relativamente lento (1), seguido de una fase de aceleración rápida (2). Luego, a medida que la población se aproxima a la capacidad de carga del ambiente, la tasa de crecimiento se hace más lenta (3 y 4) y finalmente se estabiliza (5), aunque puede haber fluctuaciones alrededor de la capacidad de carga. Otros patrones

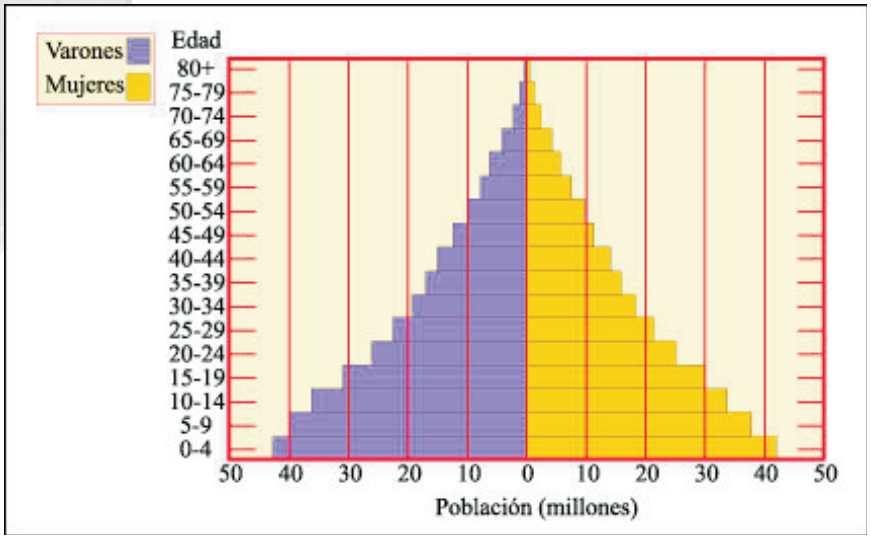
de crecimiento observados en las poblaciones naturales son considerablemente más complejos.

La población también tiene patrones de mortalidad característicos con un riesgo variable de muerte en diferentes edades. Una propiedad relacionada es la estructura etaria de la población, o sea, las proporciones de individuos de edades diferentes. La estructura de edades es un factor importante para predecir el crecimiento futuro de una población.



Curvas de Supervivencia Representativas

En la ostra, la mortalidad es extremadamente elevada durante la etapa larvaria de vida libre pero, una vez que el individuo se adhiere a un sustrato favorable, la expectativa de vida se nivela. Entre las *Hydra*, la tasa de mortalidad es la misma en todas las edades. La curva punteada en la parte superior del gráfico corresponde a una población hipotética en la cual todos los individuos de la especie viven durante un lapso promedio; en otras palabras, es una población en la cual todos los individuos mueren aproximadamente a la misma edad. El hecho de que la curva para los humanos se aproxime a esta curva hipotética indicaría que la población humana en conjunto está alcanzando alguna edad uniforme de mortalidad programada genéticamente.

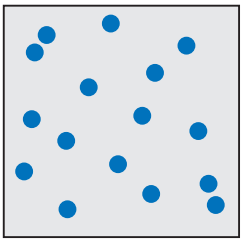


Estructura de Edades de la Población Humana de la India

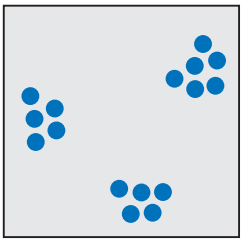
Esta forma piramidal es característica de las naciones en desarrollo, donde la mitad de la población tiene menos de 20 años. En ausencia de emigración, la población puede permanecer con el mismo tamaño si las tasas de mortalidad son tan elevadas como las tasas de natalidad.

Incluso si los miembros de la generación actual de la India limitaran el tamaño de sus familias a uno o dos hijos por pareja (lo que significa reducir la tasa actual de natalidad a la mitad) el crecimiento de la población no se nivelaría hasta aproximadamente el año 2040, y lo haría a un nivel muy por encima de los mil millones de habitantes.

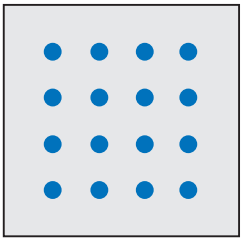
En toda población hay otras dos propiedades interrelacionadas: su densidad y su patrón de distribución espacial. La densidad es el número de individuos por unidad de área o de volumen, mientras que el patrón de distribución espacial describe la ubicación espacial de los organismos.



(a)



(b)



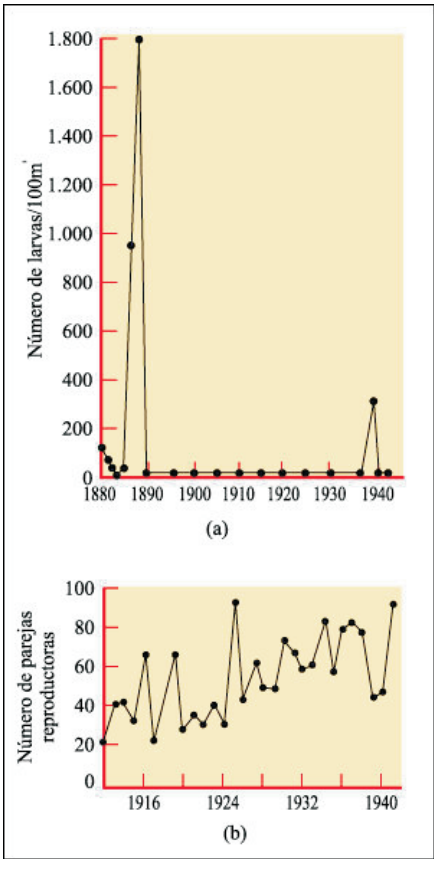
(c)

Los tres patrones básicos de distribución espacial observados en las poblaciones naturales son a) al azar, b) agrupado y c) regular.

Los círculos pueden representar individuos de la misma especie, poblaciones de la misma especie o poblaciones de especies diferentes. La determinación de los patrones de distribución requiere una observación cuidadosa y el trazado de mapas precisos, repetidos en diversas áreas y en momentos diferentes.

La regulación del tamaño de la población

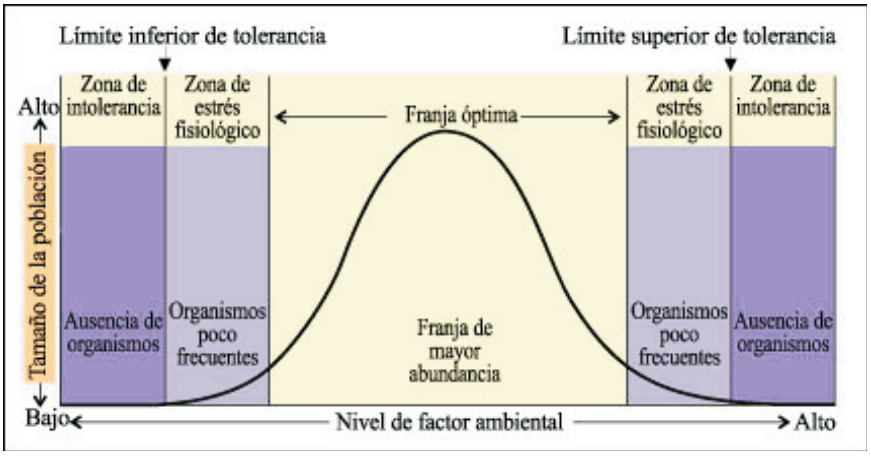
Aunque a menudo es difícil comprender por qué ocurren fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones, este conocimiento puede ser de gran importancia, porque las fluctuaciones de las poblaciones de una especie pueden tener efectos profundos, para bien o para mal, sobre las poblaciones de otras especies, incluyendo a la especie humana.



a) Densidad de la población de pupas de la polilla esfinge del pino (Dendrolimus pini) registrada durante un período de 60 años en un bosque de coníferas de Alemania. b) Variaciones durante un período de 30 años en el tamaño de la población reproductiva del carbonero común (Parus major), un ave europea del mismo género que los carboneros y herrerillos de América del Norte, observados en una localidad de Holanda.

Entre las influencias que afectan el tamaño y la densidad de una población hay factores limitantes específicos, que difieren en poblaciones diferentes. De importancia crítica es la gama de tolerancia que muestran los organismos hacia factores tales como la luz, la temperatura, el agua disponible, la salinidad, el espacio para la nidificación y la escasez (o exceso) de los nutrientes necesarios.

Si cualquier requerimiento esencial es escaso, o cualquier característica del ambiente es demasiado extrema, no es posible que la población crezca, aunque todas las otras necesidades estén satisfechas.



Dos ejemplos de fluctuaciones, a veces extremas, en el tamaño y en la densidad de una población

Cada especie tiene una curva característica de variación del tamaño poblacional para cada factor limitante de su ambiente. En las zonas de intolerancia los individuos no pueden sobrevivir. En las zonas de estrés fisiológico, algunos individuos son capaces de sobrevivir, pero la población no puede crecer. En la franja óptima, la población puede prosperar.

Los ecólogos dividen frecuentemente a los factores que influyen en el crecimiento de una población en factores dependientes e independientes de la densidad. Los factores que provocan cambios en la tasa de natalidad o en la tasa de mortalidad a medida que cambia la densidad de población, se llaman denso dependientes.

Muchos factores operan sobre las poblaciones de manera dependiente de la densidad. A medida que la población aumenta, puede agotar sus reservas de alimento, lo que lleva a un incremento de la *competencia* entre los miembros de la población. Esto finalmente conduce a una tasa de mortalidad más alta o a una tasa de natalidad más baja. Los predadores pueden ser atraídos hacia áreas en las cuales la densidad de las presas sea elevada, capturando así una mayor proporción de la población. Del mismo modo, las enfermedades pueden difundirse más fácilmente cuando la densidad de la población es alta.

Las perturbaciones ambientales actúan frecuentemente como factores independientes de la densidad. Algunas poblaciones experimentan ciclos regulares de aumento y declinación, fenómenos que todavía hoy son poco comprendidos.

Estrategias de vida

Dentro de las llamadas estrategias de vida de las poblaciones, las propiedades más interesantes y variables están en las estrategias de reproducción, que son grupos de características co-adaptadas que afectan la supervivencia y la reproducción.

Algunos autores utilizan el término historias de vida para denominar a estas estrategias. ¿En qué condiciones, por ejemplo, favorecerá la selección natural a un organismo que produce 2 millones de descendientes microscópicos en una sola camada, como ocurre con una ostra, en oposición a un organismo que tiene una sola cría grande, como un elefante?

Como resultado ciertos estudios, los biólogos se han percatado de que las estrategias de reproducción varían de un individuo a otro dentro de una población y también de una población a otra entre organismos emparentados. En otras palabras, los patrones comprenden variaciones determinadas genéticamente y sometidas a la selección natural.

A lo largo de su vida, los organismos enfrentan un compromiso entre la cantidad de tiempo y la energía que asignan a distintas actividades. Es decir, un aumento en la asignación a una actividad (por ejemplo búsqueda de alimento) implica una reducción en el tiempo y energía disponibles para otras actividades (por ejemplo, el cuidado de crías).

Un determinado balance en la distribución de energía entre diferentes funciones resulta en una determinada estrategia adaptativa de un organismo, y las condiciones ambientales en las que va ser competitivamente exitoso.

Las estrategias reproductivas alternativas han recibido diversos nombres. Se las llamó pródigas y prudentes, señalando que a pesar de los aparentes juicios de valor de estos vocablos, pródigo, puede ser exitoso en ciertas circunstancias en que prudente no lo es. También se ha definido pródigo como oportunista y prudente como de equilibrio.

Hablando en general, la estrategia pródiga u oportunista parecería resultar más adaptativa, por ejemplo, para especies de malezas, colonizadoras de campos abiertos, mientras que la estrategia prudente o de equilibrio parecería más

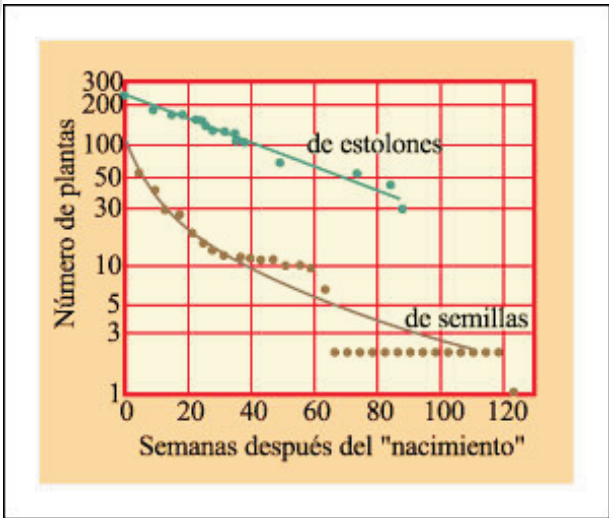
adaptativa para una población en su capacidad de carga. Por esta razón, Robert MacArthur y E.O. Wilson propusieron que las estrategias pueden ser clasificadas como selección r o selección K. Sin embargo, esta propuesta ha sido considerada como una simplificación excesiva. Muchas especies tienen claramente características de selección *r* así como de selección *K*. Por ejemplo, algunas especies de estrellas de mar que aparecen en la zona intermareas tienen vidas largas (una característica de selección K) y producen numerosos huevos (una característica de selección r). Otras especies exhiben estrategias de selección r en algunos momentos de su ciclo vital y estrategias de selección K en otros momentos.

Características de Estrategias Reproductivas Alternativas

Pródiga (selección-r)	Prudente (selección-k)
Muchas crías	Pocas Crías
Crías pequeñas	Crías grandes
Maduración rápida	Maduración lenta
Poco o ningún cuidado parental	Cuidado parental intenso
Reproducción unas sola vez "Big Bang"	Reproducción muchas veces

El fenotipo de los organismos varía en cierta medida frente a cambios en el ambiente. Esta capacidad de respuesta, que es también susceptible a la selección natural, se denomina plasticidad fenotípica.

Una población que se reproduce asexualmente puede incrementar su número mucho más rápidamente que una población que tiene sexual. La reproducción asexual tiene otras ventajas adicionales. Por ejemplo, muchas plantas se reproducen por medio de estolones y, al hacerlo, son capaces de crecer hasta cubrir un área muy grande. Todas las plantas producidas representan un solo genotipo. Una nueva planta que se desarrolla de esta manera tiene un aporte continuo de recursos procedente de la planta madre y, de este modo, una probabilidad mucho mayor de sobrevivir.



Curvas de supervivencia de poblaciones de Ranunculus repens, una especie de ranúnculo.

De 100 plantas que comenzaron de semillas (curva inferior), sólo dos (2%) estaban aún vivas 20 meses después. De las 225 plantas que se originaron de estolones, 30 (más del 15%) se encontraban aún vivas después de 20 meses (curva superior). Estas plantas reciben apoyo de la planta materna durante el crecimiento temprano.

Los organismos oportunistas que explotan rápidamente un ambiente y luego emigran, parecerían llevar existencias riesgosas como individuos y como especies.

Sin embargo, las poblaciones de estos organismos se caracterizan por poseer una notable capacidad de recuperación, porque pueden reconstruir rápidamente una población a partir de unos pocos individuos. Por el contrario, las poblaciones compuestas por individuos de vida larga y de maduración lenta, que parecerían tener una alta probabilidad de supervivencia a largo plazo, son muy lentas para recuperarse cuando se reduce su tamaño.

¿Cómo interaccionan las comunidades?

Las poblaciones viven como parte de una comunidad "un conjunto de organismos distintos que habitan un ambiente común y que están en interacción recíproca".

Se reconocen tres tipos principales de interacción específica en las comunidades: la competencia, la predación y la simbiosis.

Cuanto más semejantes sean los organismos en sus requisitos y estilos de vida, más probable es que la competencia entre ellos sea intensa. Como resultado de la competencia, la aptitud total de los individuos que interactúan puede verse reducida. La importancia relativa de la competencia sobre la composición y la estructura de la comunidad es actualmente una cuestión de debate entre los ecólogos, al igual que los métodos utilizados para estudiar la competencia y otros aspectos de la ecología de la comunidad.

Competencia

La palabra competencia denota una lucha por la misma cosa. A nivel ecológico la competencia viene a ser importante cuando dos organismos luchan por alguna cosa que no está en adecuado suministro para ambos.

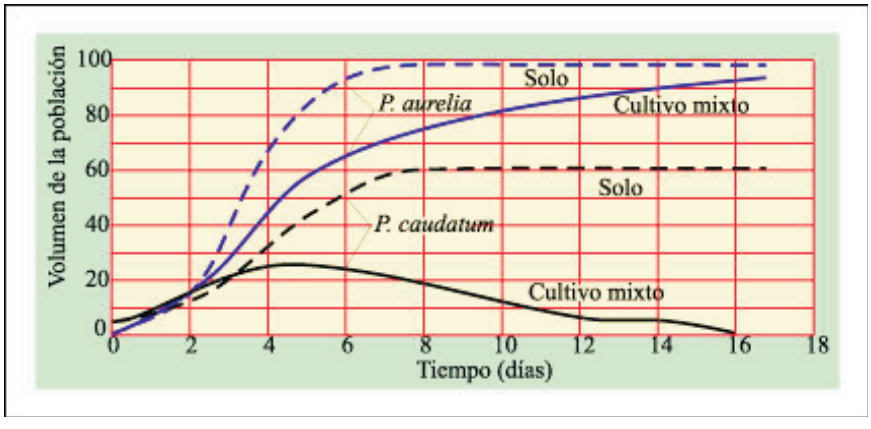
La competencia es la interacción entre individuos de la misma especie (competencia intra específica) o de especies diferentes (competencia inter específica) que utilizan el mismo recurso; éste suele estar en cantidad limitada. Como resultado de la competencia, el éxito biológico "o sea, el éxito en la reproducción" de los individuos que interactúan puede verse reducido. Entre los muchos recursos por los cuales los organismos pueden competir se encuentran el alimento, el agua, la luz, el espacio vital, los sitios de nidificación o las madrigueras. La competencia puede ser por interferencia o por explotación.

Durante muchos años, la competencia ha sido invocada como una fuerza primordial en la determinación de la composición y estructura de las comunidades "o sea, el número y tipo de especies presentes y su distribución espacial y temporal dentro de la comunidad". Sin embargo, recientemente diversos ecólogos han cuestionado la importancia de la competencia sobre la composición y la estructura de la comunidad. El debate "a veces cáustico" que se generó, concierne no sólo al papel de la competencia sino a los métodos que deben usarse para someter a prueba las hipótesis ecológicas.

Los investigadores que echaron las bases de la ecología moderna fueron atentos observadores de la naturaleza. Muchos de estos ecólogos creían, como tantos

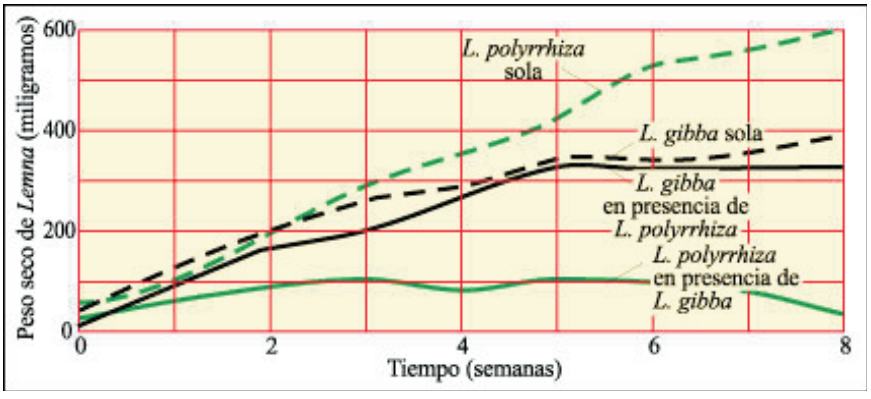
de sus continuadores, que la observación cuidadosa de los patrones naturales de distribución y abundancia de los organismos puede "sin manipulación experimental" producir los datos requeridos para someter a prueba las hipótesis sobre el papel que desempeñan la competencia y otras fuerzas para conformar la estructura de la comunidad. Para estos ecólogos, los patrones son los que hablan por sí mismos.

Otros ecólogos sostienen que los análisis experimentales en los cuales sólo se manipula una variable por vez son los únicos medios confiables para identificar los procesos que están ocurriendo realmente en la naturaleza. En 1934, el biólogo ruso G. F. Gause formuló lo que se conoció como el principio de la exclusión competitiva.



Un experimento con dos especies de lentejas de agua, diminutas angiospermas que se encuentran en estanques y lagos

Los resultados de los experimentos de Gause con dos especies de *Paramecium* demostraron el principio de que si dos especies se encuentran en competencia directa por el mismo recurso limitado "en este caso alimento" una elimina a la otra. *Paramecium caudatum* y *Paramecium aurelia* fueron cultivados primero separadamente en condiciones controladas y con un constante suministro de alimento. Como puede verse, *P. aurelia* creció mucho más rápidamente que *P. caudatum*, indicando que *P. aurelia* utiliza los suministros de alimentos disponibles de un modo más eficiente. Cuando los dos protistas fueron cultivados juntos, la especie que crecía más rápidamente superó en números y eliminó a la especie que crecía más lentamente.

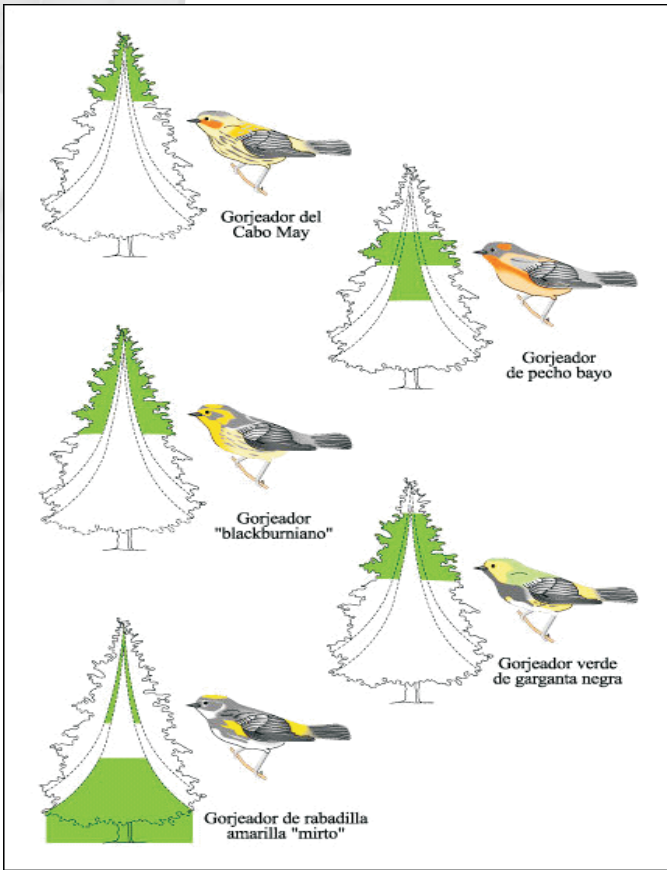


Un experimento con dos especies de lentejas de agua, diminutas angiospermas que se encuentran en estanques y lagos

Una especie, *Lemna polyrrhiza* crece más rápidamente en un cultivo puro que la otra especie, *Lemna gibba*. Cuando son cultivadas juntas, *Lemna gibba*, que tiene diminutos sacos aéreos que la hacen flotar en la superficie, cubre a la otra especie y triunfa en la competencia por la luz.

El principio de exclusión competitiva de Gause nos llevaría a pensar que sólo podrían hallarse especies disímiles coexistiendo en las comunidades naturales.

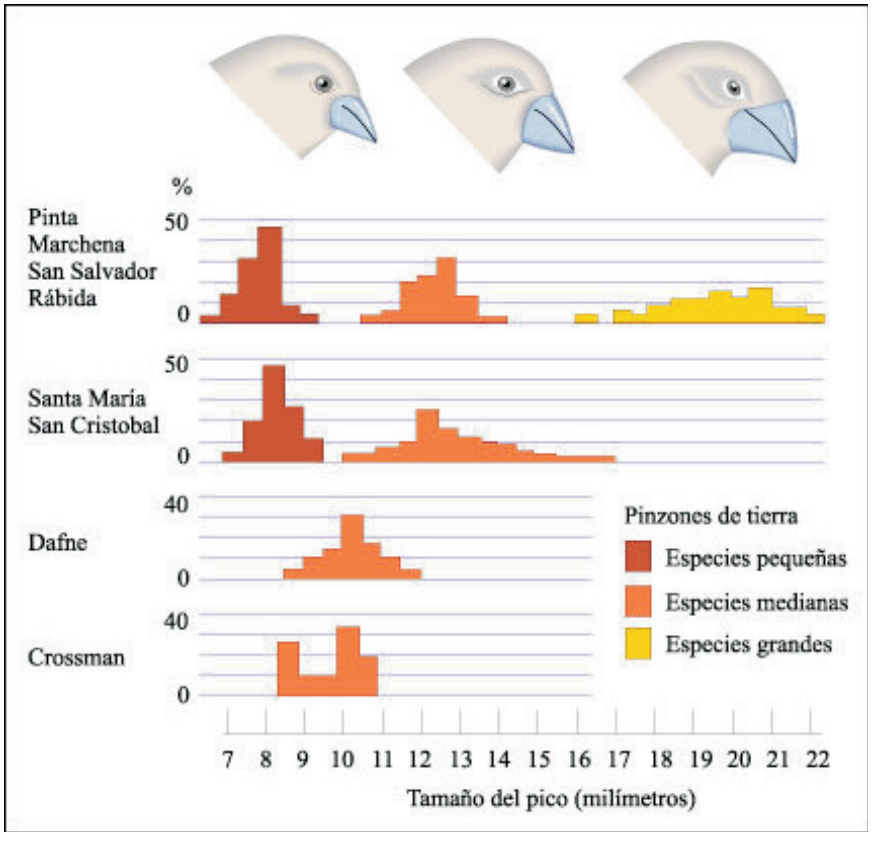
Pero, en realidad, es frecuente encontrar especies ecológicamente similares que viven juntas en la misma comunidad. Esta observación planteó la cuestión del grado de similitud que debe existir entre dos o más especies para que puedan continuar coexistiendo en el mismo lugar y al mismo tiempo. Esto llevó, a su vez, al concepto de ecológico. Los análisis de situaciones en las cuales coexisten especies similares han demostrado que los recursos frecuentemente están subdivididos, o son distribuidos, por las especies coexistentes.



Las áreas coloreadas en el árbol indican en qué lugar cada especie pasa, al menos, la mitad de su tiempo de alimentación. Esta distribución de recursos permite que las cinco especies se alimenten en los mismos árboles.

El solapamiento de nichos describe la situación en la cual los miembros de más de una especie utilizan el mismo recurso escaso. En las comunidades en las cuales ocurre solapamiento en nichos, la selección natural puede dar como resultado un aumento de las diferencias entre las especies que compiten, un fenómeno conocido como desplazamiento de caracteres.

Uno de los ejemplos de desplazamiento de caracteres citado con más frecuencia es el del pico de los pinzones de Darwin.

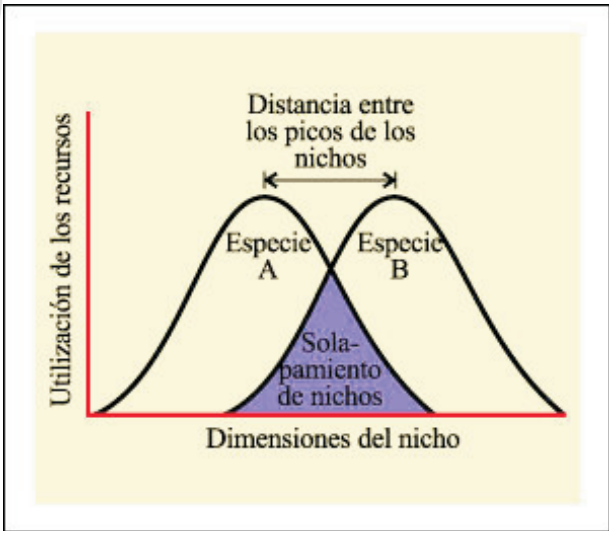


Tamaños de los picos en tres especies de pinzones terrestres de las Islas Galápagos

Las medidas de los picos se muestran horizontalmente y el porcentaje de especímenes de cada especie se muestra verticalmente. Dafne y Crossman, que son islas muy pequeñas, tienen sólo una especie de pinzones terrestres cada una.

Estas especies tienen tamaños de picos intermedios entre los pinzones medianos y los pinzones pequeños de las islas más grandes.

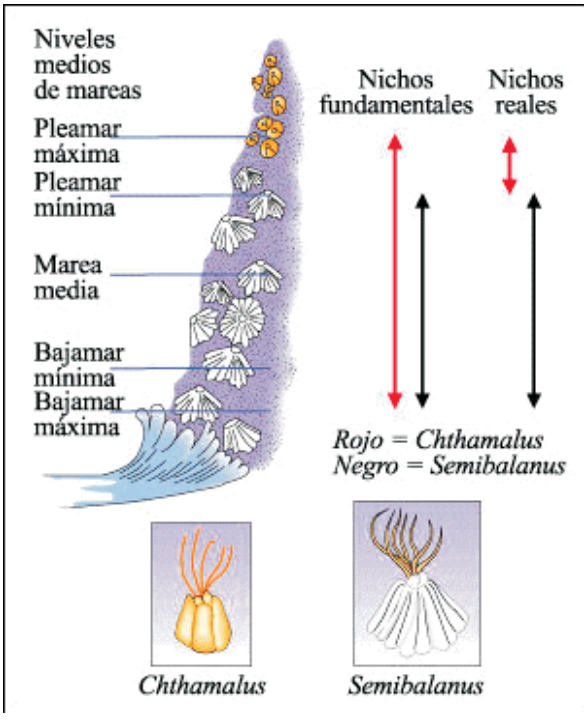
Los ecólogos han interpretado estos datos de dos maneras diferentes. Algunos sostienen que las diferencias observadas en el tamaño del pico son resultado de las presiones selectivas ejercidas por la competencia inter específica. De acuerdo con esta interpretación, la competencia entre los organismos cuyos nichos ecológicos se solapan causa una selección contra los individuos cuyas características se superponen, llevando a la divergencia observada entre las especies.



Dimensión de un Nicho ecológico

Las dos curvas con forma de campana representan la utilización de recursos por dos especies en una comunidad. La dimensión del nicho podría representar espacio vital como en el caso del musgo *Sphagnum*; espacio de alimentación, como en el caso de los gorjeadores; tamaño de las semillas comidas, como en el caso de los pinzones de las Galápagos, etc. La competencia es potencialmente más intensa en las áreas de solapamiento de nichos que lleva a la restricción de una o ambas especies en el espacio vital, el espacio para alimentación o el tamaño de las semillas ingeridas, etc. Se formula la hipótesis de que esta competencia da como resultado una selección contra los individuos con características que se solapan llevando a la divergencia en los nichos de las dos especies.

Otros ecólogos, en cambio, señalan que es imposible determinar si los distintos tamaños de pico son el resultado de interacciones competitivas que ocurrieron en épocas en que las diferentes especies coexistían en las mismas islas, o si son el resultado de adaptaciones a las condiciones locales de épocas en que las especies se encontraban aisladas unas de otras en islas diferentes.



Competencia inter específica entre *Semibalanus y Chthamalus*

Las zonas de alimentación de cinco especies de gorjeadores norteamericanos en un abeto.

Algunos ecólogos creen que la única evidencia indiscutible del desplazamiento de caracteres consistiría en demostrar que las especies en cuestión están divergiendo actualmente en las áreas donde se las encuentra juntas. Ambos grupos de ecólogos coinciden, sin embargo, en que cualquiera sea la causa evolutiva, las diferencias en el tamaño y la configuración del pico capacitan a las diferentes especies de pinzones para explotar diferentes fuentes de alimento y por consiguiente, para coexistir.

Prácticamente, todos los ecólogos coinciden en que la competencia ocurre realmente en la naturaleza con una intensidad que varía de acuerdo con la especie implicada, el tamaño de las poblaciones que interactúan y la abundancia o escasez de los recursos. Aunque el análisis de los patrones de distribución espacial y de recursos pueden dar idea de la existencia y la importancia de la competencia en una situación determinada, se necesitan experimentos que produzcan cambios en la composición de la comunidad para demostrar que realmente hay competencia.

Las larvas de ambas especies se establecen en una amplia área pero los adultos viven en áreas precisamente restringidas. Los límites superiores del área de *Semibalanus* están determinados por factores físicos tales como la desecación.

Los percebes *Chthamalus*, sin embargo, no viven en el área de *Semibalanus*, no por razones físicas (probablemente porque el área físicamente es menos limitante), sino por causa de los percebes *Semibalanus*. El *Semibalanus* crece más rápido y dondequiera que se encuentre con *Chthamalus* dentro de su propia área, o lo despega de las rocas, o crece por encima de él. Este estudio y otros análogos han generado los conceptos de nicho fundamental y nicho real. El nicho fundamental describe los límites fisiológicos de tolerancia del organismo; es el nicho ocupado por un organismo en ausencia de interacciones con otros organismos. El nicho real es aquella porción del nicho fundamental realmente ocupada; está determinada no sólo por los factores físicos sino también por las interacciones con otros organismos.

La mayoría de los estudios de competencia han puesto de relieve las adaptaciones y distribuciones de recursos que posibilitan la coexistencia de especies similares dentro de una comunidad. Sin embargo, ésta es una opinión sesgada, dado que es difícil estudiar las interacciones entre las especies después que uno de los protagonistas ha emigrado. Así como la competencia dentro de las especies lleva a la eliminación de la gran mayoría de los individuos, la competencia entre las especies puede llevar a la eliminación de una especie de la comunidad.

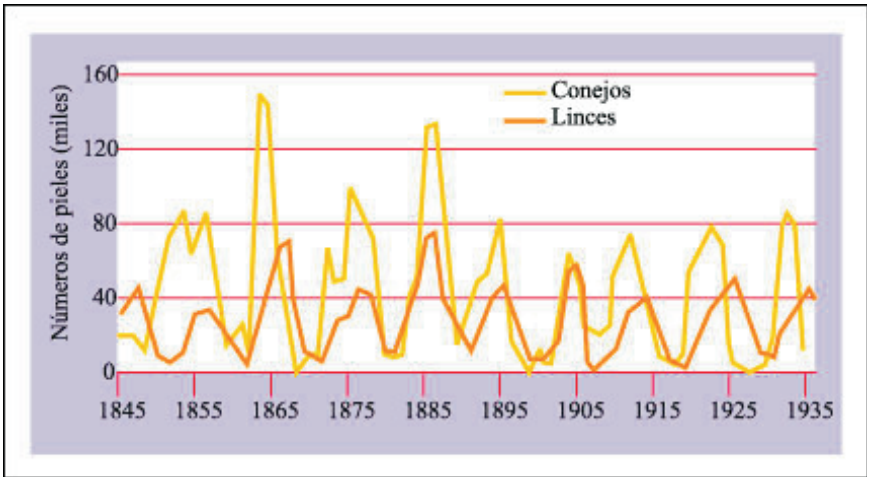
Predación

La predación es la alimentación con organismos vivos; tiene una fuerte influencia sobre la evolución de las poblaciones, tanto de predadores como de presas. Las interacciones predador-presa también influyen sobre la dinámica de la población y pueden aumentar la diversidad de las especies reduciendo la competencia entre las presas.

La predación es la ingestión de organismos vivos, incluyendo plantas por animales, animales por animales. También se considera como predación la digestión de pequeños animales por plantas carnívoras o por hongos. Los predadores utilizan una variedad de "tácticas" para obtener su alimento. Estas tácticas están

bajo intensa presión selectiva y es probable que aquellos individuos que obtienen el alimento más eficientemente, dejen la mayor cantidad de descendencia.

Mirándolo del lado de la presa potencial, es probable que aquellos individuos que tienen más éxito en evitar la predación dejen la mayor cantidad de descendencia; así, la predación afecta a la evolución tanto del predador como de la presa; también afecta al número de organismos de una población y a la diversidad de especies dentro de una comunidad.



El ejemplo del lince y del "conejo" de la nieve (en realidad, una liebre)

El lince alcanza un pico de población cada 9 ó 10 años y estos picos son seguidos en cada caso por varios años de marcada disminución. Los "conejos" de la nieve, siguen un ciclo similar, con un pico de abundancia que generalmente precede al del lince en uno o más años.

El tamaño de una población de predadores frecuentemente está limitado por la disponibilidad de presas. Sin embargo, la predación no es necesariamente el factor principal en la regulación del tamaño de la población de organismos presa, que puede verse más influenciada por su propio suministro de alimentos.

Cualquier situación que exista para algún par de especies o grupos de especies que accionan entre sí, depende del grado de vulnerabilidad de la presa ante el predador, así como también de los niveles de densidad relativa y del flujo energético de la presa al predador. Desde el punto de vista del predador, éste depende de la cantidad de energía que debe gastar para buscar y capturar la presa;

desde el punto de vista de la presa, ésta depende del éxito que tengan los individuos para evitar ser conocidos por el predador.

Los efectos limitantes de la predación tienden a disminuir y los efectos reguladores a aumentar, en donde las poblaciones que accionan recíprocamente han tenido una historia evolutiva común en un ecosistema relativamente estable. La selección natural tiende a reducir los efectos perjudiciales de la predación en ambas poblaciones, ya que el abatimiento severo de una población de presas debido a un depredador, sólo puede conducir a la extinción de una o de ambas poblaciones.

En consecuencia, las interacciones predador-presa de carácter brusco suceden más frecuentemente cuando las interacciones son de origen reciente es decir, (cuando las poblaciones llegan a asociarse por primera vez) o cuando ha habido una perturbación reciente en gran escala en el ecosistema (como podría producirla el hombre o un cambio climático).

Es difícil para el hombre acometer objetivamente el tema de la predación. No obstante que él mismo es el más encarnizado de todos los predadores, muy seguido matando en exceso de sus necesidades, se inclina a condenar a todos los otros sin considerar las circunstancias, particularmente si ellos devoran especies que el hombre mismo desea para cazarlas. Los cazadores entre otros, a menudo expresan drásticas opiniones en contra de los predadores. El acto de predación, como el de un halcón capturando un ave de caza, puede ser espectacular y observarse con tranquilidad, mientras que muchos otros factores que pueden estar realmente limitando a la población de aves, no se observan o son desconocidos para el individuo sin preparación técnica. Por ejemplo, 30 años de estudio objetivo de preservación cinegética, realizado por Herbert l. Stoddard y sus asociados en el suroeste de Georgia, han mostrado que los halcones no serán un factor limitante para las codornices mientras que la cobertura vegetal de protección se encuentre cercana a las zonas de alimentación, de modo que las aves puedan fácilmente escapar al ataque del halcón. Stoddard mantiene una alta densidad de codornices mediante procedimientos de administración del terreno que acumulan gradualmente el suministro alimenticio y la cubierta de refugio para la codorniz.

En otras palabras, sus esfuerzos están dirigidos primero hacia el mejoramiento del ecosistema, en particular teniendo en mente a la codorniz. Cuando esto se ha logrado la exclusión de halcones no es necesaria y aun es indeseable, porque las codornices no son vulnerables y los halcones también devoran roedores que se comen los huevos de las codornices.

Ahora tenemos un ejemplo donde el predador ejerce un efecto marcado (la situación opuesta). Un investigador decidió que podría estudiar una población de pequeños roedores con más precisión si establecía una población sobre una isla pequeña en el lago de una presa nueva. Por consiguiente, introdujo en la isla unos cuantos pares, sabiendo que los animales no podrían abandonarla. Por un tiempo las cosas funcionaron bien; como la población creció, el estudiante capturó los individuos con trampas y los marcó, y de este modo mantuvo un registro de nacimientos y de muertes. Entonces, un día fue a la isla para cazar con trampas y no encontró nada. La investigación reveló que, una cueva reciente de visón contenía los cuerpos de muchos de sus animales marcados pulcramente almacenados. En virtud de que los roedores fueron, en particular, vulnerables sobre la isla y no pudieron escapar o dispersarse, una visón había sido capaz de encontrarlos y de matarlos a todos.

Para lograr un punto objetivo acerca de la predación, es conveniente pensar en términos de una población, más que desde el punto de vista de individuos. Por su puesto que los depredadores no son benéficos Para los individuos que ellos matan, pero pueden ser ventajosos para la población de presas en conjunto. Algunas especies de venado parecen estar firmemente reguladas por depredadores, tales como lobos, pumas, linces, etc., son exterminados, el hombre ha encontrado difícil controlar las poblaciones de venado, aun cuando al cazarlos se convierte en predador. En el Este de Estados Unidos, en un principio, el hombre practicó una caza muy intensa y exterminó de grandes extensiones al venado nativo. Luego, en esa zona siguió un período de restricciones en la caza y otro de introducción de nuevos ejemplares, y los venados llegaron a ser abundantes otra vez.

Actualmente el venado, en muchos lugares es más abundante que bajo las condiciones existentes en un principio, dando por resultado que están pastando excesivamente su hábitat en el bosque y muriendo de inanición durante el invierno. El "problema del venado" ha llegado a ser particularmente grave en estados

como Michigan y Pensylvania, donde amplias áreas de bosques reforestadas le proporcionan un máximo de alimento, favoreciendo un incremento casi geométrico que a menudo no es detenido por el nivel de cacería. Dos cosas podemos concluir aquí:

Cierto grado de predación es necesario y ventajosos en una población que se ha adaptado al mismo (y que carece de autorregulación).

Cuando el hombre elimina el mecanismo regulador, debe reemplazarlo con otro igualmente eficiente si se quieren evitar fluctuaciones severas.

Un límite de capturas establecido sin tomar en cuenta la densidad, alimento disponible y el hábitat, ha fracasado, por lo general, para lograr la regulación deseada, porque dicha eliminación tiende a ser independiente de la densidad.

Podríamos considerar el triángulo entre insectos, ratas y saltamontes como un modelo para predación en general, puesto que dicho modelo triangular muestra cómo la depredación puede ser tanto un aspecto principal como un aspecto secundario, dependiendo de las densidades relativas del depredador y la presa, y de la vulnerabilidad de la presa ante el predador. La relación depende de las especies. Las aves pueden ser predadoras de orugas que se alimentan de superficies foliares y predadores bastante ineficaces de insectos cavadores que maniobran dentro de las hojas. Igualmente las aves insectívoras pueden ejercer control efectivo sobre los insectos.

Simbiosis

La simbiosis es una asociación íntima y a largo plazo entre organismos de especies diferentes. Puede ser beneficiosa para una especie e indistinta para la otra (comensalismo), beneficiosa para una y perjudicial para la otra (parasitismo), o beneficiosa para ambas especies (mutualismo).

Las relaciones simbióticas prolongadas pueden dar como resultado cambios evolutivos profundos en los organismos que intervienen, como en el caso de los líquenes, una de las simbiosis más antiguas y ecológicamente más exitosas.

El hombre ha realizado considerables progresos en cooperación dentro de su propia población, y actualmente también se está prestando atención al hecho

de lograr una mayor cooperación con otros organismos para beneficio mutuo. Hay mucho por ganar si podemos transformar las interacciones negativas en positivas.

El hombre prospera mejor cuando funciona como una parte de la naturaleza más que cuando lo hace como una unidad aislada que lucha solo para explotar a aquella para sus necesidades inmediatas o beneficios temporales (como lo sería un parásito recientemente adquirido). Puesto que el hombre es un heterótrofo dependiente, debe aprender a vivir en mutualismo con la naturaleza; de lo contrario, al igual que el parásito "ignorante", puede llegar a explotar tanto a su "huésped" que se destruye a sí mismo.

Composición de la comunidad y el problema de la estabilidad

Visto desde una perspectiva global, las comunidades ecológicas frecuentemente parecen estar en equilibrio. Muchas especies subsisten durante muchas generaciones en grandes extensiones. Sin embargo, cuando las comunidades se examinan a escala local, se evidencia que ellas, al igual que las poblaciones de las cuales están compuestas, no están a menudo en un estado de equilibrio.

Hay dos cuestiones que conciernen a la composición de las comunidades, que durante largo tiempo han sorprendido a los ecólogos. Primero, ¿qué determina la cantidad de especies de una comunidad? y, segundo, ¿qué factores sustentan los cambios en la composición de la comunidad con el paso del tiempo, como lo revela una observación detallada?

Las islas pequeñas suelen ser excelentes laboratorios naturales para el estudio de los procesos evolutivos y ecológicos debido a su tamaño y su aislamiento relativo.

Los investigadores norteamericanos R. Mac Arthur y E. O. Wilson formularon la hipótesis de que la cantidad de especies en una isla dada permanece relativamente constante a través del tiempo, pero que esas especies están cambiando continuamente. De acuerdo con su propuesta conocida como la hipótesis del equilibrio de la biogeografía de islas, hay un equilibrio entre la tasa a la cual inmigran a una isla nuevas especies y la tasa a la cual una especie ya presente se extingue localmente. Aunque la cantidad de especies esté en equilibrio, su

composición no está en equilibrio porque cuando una especie se extingue, habitualmente es reemplazada por una especie diferente.

Modelo de equilibrio en una isla

La tasa de inmigración disminuye a medida que más especies llegan a la isla, porque las especies existentes estarán mejor establecidas y, así, más capacitadas para competir con especies recién llegadas. La tasa de extinción se incrementa más rápido cuando hay un gran número de especies por el aumento de la competencia inter específica. El número de equilibro entre las especies (línea negra) está determinado por la intersección de las curvas de inmigración y extinción.

De acuerdo con el modelo de biogeografía de islas, las dos variables más importantes que influyen en la diversidad específica son el tamaño de la isla y su distancia a una fuente, habitualmente el continente, que pueda proveerle de colonizadores.

Diferentes tipos de comunidades varían ampliamente en la cantidad y la diversidad de especies presentes. Hasta hace poco se pensaba que la composición específica de estas comunidades era relativamente constante y se las citaba frecuentemente como ejemplos primarios de un estado de equilibrio. Se pensaba que su alta diversidad específica era una función de su estabilidad. Sin embargo, se ve ahora que su diversidad puede ser función, no de la estabilidad sino de la frecuencia y magnitud de las perturbaciones a las cuales están sujetas.

Al principio, la diversidad en un área recién colonizada es baja. Sólo aquellas especies que están muy próximas al área perturbada y que están reproduciéndose en ese momento, son capaces de explorar el área recientemente disponible. Si las perturbaciones son frecuentes, la comunidad consistirá sólo en aquellas especies que pueden invadir, madurar y reproducirse antes de que ocurra la próxima perturbación.

De acuerdo con la hipótesis de la perturbación intermedia, a medida que el intervalo entre las perturbaciones se incrementa, también lo hace la diversidad de especies. Las especies que son excluidas por perturbaciones frecuentes (porque son lentas para madurar o porque tienen capacidad de dispersión limitada) disponen entonces de una oportunidad para colonizar. Pero si el intervalo entre

las perturbaciones se incrementa, la diversidad de especies puede comenzar a declinar.

De acuerdo con la hipótesis de la perturbación intermedia, la diversidad de especies en una comunidad está determinada por la frecuencia de perturbaciones ambientales. Cuando las perturbaciones son muy frecuentes o muy poco frecuentes, la diversidad de especies es baja. Por el contrario, cuando la frecuencia de las perturbaciones es intermedia, la diversidad de especies es alta. Se obtienen curvas semejantes cuando la diversidad de especies es graficada en función del tiempo transcurrido desde la última perturbación y en función de la magnitud de la perturbación.

Se piensa que el factor primordial en esta declinación es la competencia inter específica, pero aunque todas las especies fueran competitivamente iguales, las más resistentes a los efectos desfavorables de los extremos físicos, de la predación o de la enfermedad, finalmente dominarían la comunidad.

La sucesión ecológica comprende aquellos cambios que ocurren en la composición de la comunidad luego de la interrupción de una perturbación. Numerosas observaciones han mostrado que la recolonización comienza por especies vegetales de corta vida y crecimiento rápido que luego son reemplazadas por otras especies de ciclo más largo. A medida que los componentes fotosintéticos del ecosistema cambian, la vida animal que los acompaña también cambia.

Finalmente, la comunidad alcanzaría un estado estable "maduro", al que se denomina clímax. Este modelo de reemplazo entre especies se denomina facilitación, dado que las primeras colonizadoras crean condiciones favorables para el establecimiento de otras especies.

Se propusieron otros dos mecanismos alternativos que podrían determinar el proceso sucesional: tolerancia e inhibición. De acuerdo con la hipótesis de la inhibición, las primeras especies evitan "y no ayudan" a la colonización por parte de otras especies. Pero finalmente los primeros colonizadores serán reemplazados por los últimos en llegar, y estas especies, a su vez, pueden evitar la colonización por otros, hasta que también son reemplazados, o hasta que una perturbación posterior reduzca sus números. Otro modelo, la hipótesis de la tolerancia, sugiere que las primeras especies ni facilitan ni inhiben la colonización por las últimas. Las especies dominantes en cada etapa son aquellas que pueden tolerar mejor

las condiciones físicas existentes y la disponibilidad de recursos. Actualmente se sugiere que estos tres modelos no son excluyentes, sino que pueden operar simultáneamente entre distintos pares de especies dentro de la comunidad y adquieren más importancia uno que otro en distintos estadios de la sucesión. En otros casos se han observado esquemas de sucesión cíclicos.

Cada comunidad es un conjunto único de organismos, el producto de una historia única y siempre cambiante que implica a factores físicos y biológicos. El mundo de los organismos vivos es tan vasto y diverso "y los ecólogos son, relativamente hablando, tan pocos" que puede llevar muchos años el obtener información que permita una comprensión completa de la ecología de las comunidades.

Quedan por responder dos preguntas importantes en lo que hace a la composición de la comunidad y a su estructura:

- ¿Qué determina el número de especies en una comunidad?
- ¿Qué factores sustentan los cambios en la composición de la comunidad con el transcurso del tiempo?

Dado su tamaño y su aislamiento relativo, las islas pequeñas suelen ser excelentes laboratorios naturales para el estudio de los procesos evolutivos y ecológicos.

De acuerdo con la hipótesis de la biogeografía de islas, el número de especies en las islas alcanza un equilibrio determinado por el equilibrio entre la inmigración y la extinción.

De acuerdo con la hipótesis de la perturbación intermedia, la mayor diversidad de especies es hallada en comunidades como las selvas lluviosas tropicales y los arrecifes de coral, sometidas a perturbaciones ambientales a una frecuencia intermedia. Las comunidades en las cuales las perturbaciones son infrecuentes o muy frecuentes, generalmente tienen una diversidad de especies más baja.

Después de las perturbaciones ambientales, las comunidades se recolonizan por la dispersión de formas inmaduras que provienen de comunidades vecinas. Si transcurre suficiente tiempo antes de la siguiente perturbación importante, una comunidad pasa generalmente a través de un proceso de sucesión ecológica en el que los primeros colonizadores son reemplazados por otras especies, que a su vez pueden ser reemplazadas por otras más.

La evidencia actual indica que las comunidades, al igual que las poblaciones de las cuales están compuestas, son dinámicas, y cambian continuamente a medida que cambian las condiciones.

¿Cómo Experimentar un Ecosistema?

Un ecosistema es una unidad de organización biológica constituida por todos los organismos de un área dada y el ambiente en el que viven. Está caracterizado por las interacciones entre los componentes vivos (bióticos) y no vivos (abióticos), conectados por:

- Un flujo unidireccional de energía desde el Sol a través de los autótrofos y los heterótrofos.
- Un reciclamiento de elementos minerales y otros materiales inorgánicos. La fuente última de energía para la mayoría de los ecosistemas es el Sol.

El flujo de energía a través de los ecosistemas es el factor más importante en su organización. El paso de energía de un organismo a otro ocurre a lo largo de una cadena trófica o alimentaria, o sea, una secuencia de organismos relacionados unos con otros como presa y predador. Dentro de un ecosistema hay niveles tróficos. Todos los ecosistemas tienen, por lo general, tres de estos niveles: productores, que habitualmente son plantas o algas; consumidores primarios, que por lo general son animales o detritívoros, que viven de los desechos animales y de los tejidos vegetales y de animales muertos; y descomponedores que degradan la materia orgánica hasta sus componentes primarios inorgánicos.

Los organismos capaces de producir su propio alimento se llaman productores o autótrofos. Las plantas utilizan la energía de la luz solar para fabricar moléculas complejas, como azúcares o celulosa, a partir de las moléculas simples que se encuentran en el medio Ambiente. Este proceso se denomina fotosíntesis y le permite a las plantas obtener la Energía y las sustancias necesarias para crecer.

Las algas y algunas bacterias también generan el alimento de esta forma. Todos los organismos restantes, no pueden fabricar su propio alimento y dependen de los organismos productores: se tienen que alimentar de plantas, de animales que comen plantas o de los restos de plantas y animales muertos. En un Ecosistema, los organismos autótrofos producen alimentos para los restantes organismos.

Los organismos que no pueden fabricar el alimento se llaman consumidores o heterótrofos y se nutren de otros organismos vivos. Los consumidores primarios, como los saltamontes, se alimentan de productores, como las plantas. Los secundarios, como las ranas se nutren de consumidores primarios, y los terciarios como las serpientes, de los secundarios. Los vínculos entre productores y consumidores forman una cadena trófica. En la mayoría de Ecosistemas, las relaciones de alimentación son muy complejas.

Cadena trófica: nombre de los diagramas que describen las relaciones de alimento que existen entre las diferentes especies. En una cadena trófica, cuando un organismo se come a otro, la Energía y los nutrientes de los segundos pasan al primero. Las cadenas tróficas rara vez contienen más de 6 especies porque en cada etapa se va perdiendo energía.

Los organismos que descomponen los restos de animales y plantas muertos se denominan descomponedores o saprofitos. Desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas porque liberan nutrientes en el aire, el suelo o el agua que, de no ser por ellos quedaría atrapados de otro de los organismos muertos. Una vez liberados, pueden ser reutilizados por otros seres vivos. Los detritívoros son animales que se alimentan de trozos grandes de restos muertos. La etapa final del proceso de descomposición la realizan bacterias y hongos que liberan los nutrientes en sus formas más simples, listo para ser reciclados.

El funcionamiento de los ecosistemas puede ser estudiado por varios métodos cuantitativos:

- La comparación global de los sistemas.
- Los experimentos a campo.
- Los modelos matemáticos.

Los movimientos del agua, el carbono, el nitrógeno y demás elementos minerales a través de los ecosistemas se conocen como ciclos biogeoquímicos. En estos ciclos, los materiales inorgánicos del aire, del agua o del suelo son incorporados por los productores primarios, pasados a los consumidores, y finalmente trans-

feridos a los descomponedores. En el curso de su metabolismo, los descomponedores liberan los materiales inorgánicos en el suelo o en el agua en una forma en la que pueden ser incorporados por los productores. Los productos químicos sintéticos o los elementos radiactivos liberados en el ambiente pueden ser capturados y concentrados por los organismos en niveles tróficos más elevados.

Las múltiples interconexiones en los ecosistemas llevaron a desarrollar la hipótesis Gaia. Esta hipótesis considera a todo el planeta como un único sistema autorganizado y autosostenible donde lo vivo y lo no vivo conforman una unidad con regulación propia.

El Flujo de energía

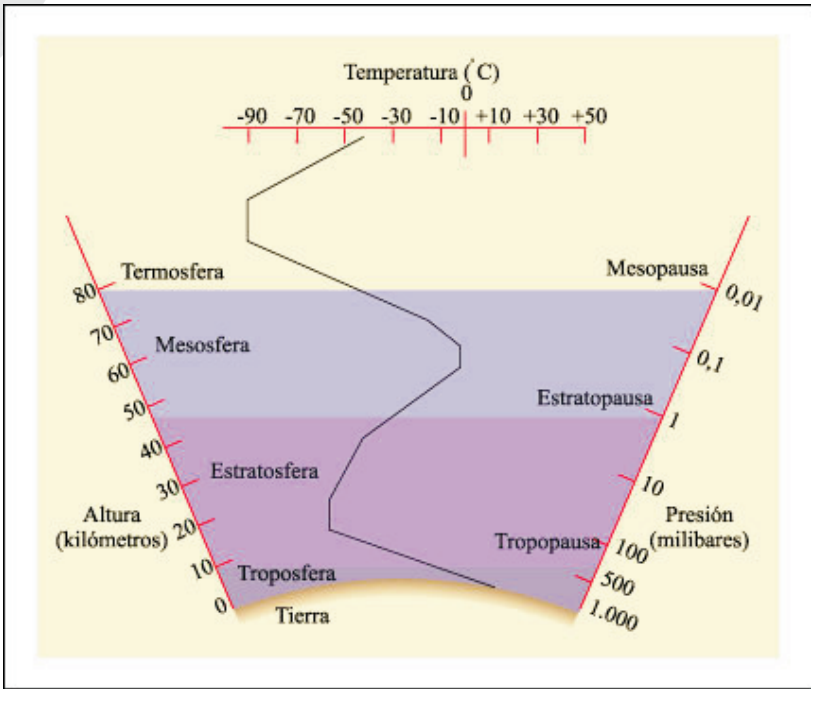
De la energía solar que alcanza la superficie de la Tierra, una fracción muy pequeña es derivada a los sistemas vivos. Aun cuando la luz caiga en una zona con vegetación abundante como en una selva, un maizal o un pantano, sólo aproximadamente entre el 1 y el 3% de esa luz (calculado sobre una base anual) se usa en la fotosíntesis. Aun así, una fracción tan pequeña como ésta puede dar como resultado la producción "a partir del dióxido de carbono, el agua y unos pocos minerales" de varios millares de gramos (en peso seco) de materia orgánica por año en un solo metro cuadrado de campo o de bosque, un total de aproximadamente 120 mil millones de toneladas métricas de materia orgánica por año en todo el mundo.

Eugene P. Odum, uno de los investigadores norteamericanos que más aportó a la comprensión de la dinámica de funcionamiento de los ecosistemas, utilizó una serie de diagramas de flujo para representarla.

Energía solar

La vida en la Tierra depende de la energía del Sol, que es también responsable del viento y del conjunto de condiciones meteorológicas. Cada día, año tras año, la energía del Sol llega a la parte superior de la atmósfera terrestre. Sin embargo, a causa de la atmósfera, sólo una pequeña fracción de esta energía alcanza la superficie terrestre y queda a disposición de los organismos vivos.

La atmósfera que se encuentra sobre la superficie terrestre y a través de la cual ingresa la energía solar consiste en cuatro capas concéntricas que se distinguen por sus diferentes temperaturas.



Las cuatro divisiones principales de la atmósfera son la troposfera, la estratosfera, la mesosfera y la termosfera. Los límites entre ellas están determinados por cambios abruptos en la temperatura media. La capa de ozono, de tanta importancia, se encuentra localizada principalmente en la estratosfera.

De la energía solar entrante, aproximadamente el 30% es reflejado hacia el espacio por las nubes y el polvo de la troposfera próximos a la superficie terrestre.

Otro 20% de la energía es absorbido por la atmósfera. De éste, el 17% es capturado en las capas inferiores, principalmente por el vapor de agua, el polvo y las gotitas de agua en suspensión. Esta absorción de la radiación calienta ligeramente la atmósfera, aunque gran parte de la energía se acumula como calor latente en el ozono en la estratosfera y en la mesosfera. Este porcentaje, aunque pequeño, es de importancia crítica porque representa a la mayor parte de la radiación ultravioleta. Las radiaciones ultravioletas y otras radiaciones de alta energía dañan a las moléculas orgánicas y, si alcanzaran la superficie terrestre en grandes cantidades, serían letales para la mayoría de las formas de vida terrestre.

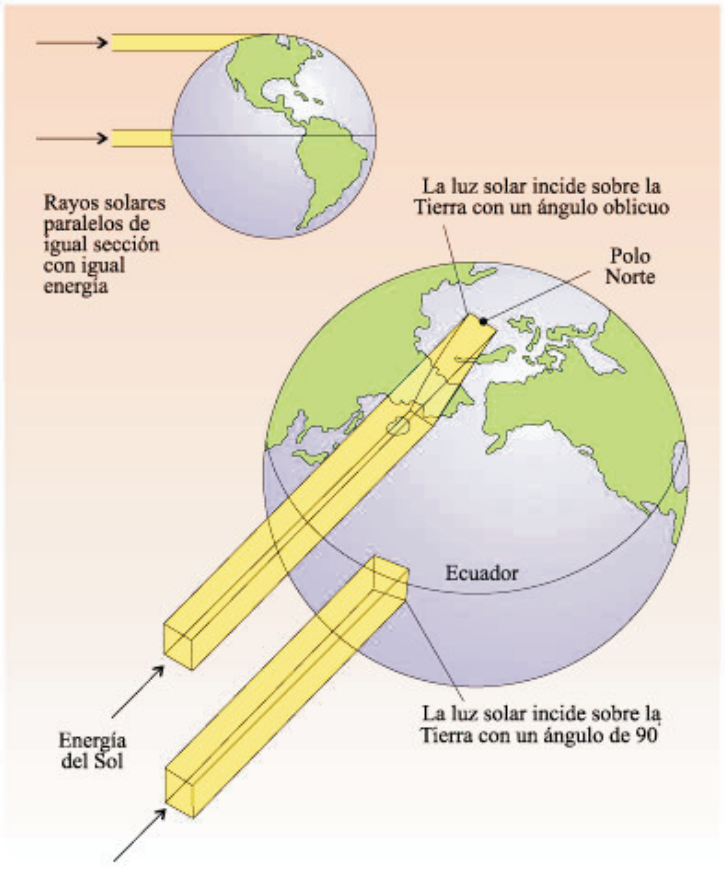
El 50% restante de la radiación entrante alcanza la superficie terrestre. Una pequeña proporción de ésta es reflejada por las superficies claras, pero la mayoría es absorbida. La energía que absorben los océanos calienta la superficie del agua, evaporando moléculas de agua e impulsando el ciclo del agua. La energía solar absorbida por la Tierra se vuelve a irradiar desde la superficie como ondas de longitud más larga (infrarroja), o sea, como calor. Los gases de la atmósfera son transparentes para la luz visible, pero el dióxido de carbono y el agua, en particular, no son transparentes para los rayos infrarrojos. Como resultado de ello, el calor queda retenido en la atmósfera y calienta la superficie terrestre.

La pérdida y la ganancia de calor se mantienen en un delicado equilibrio. Un incremento en la reflexión de la Tierra, un espesamiento de su cubierta de nubes, un aumento o disminución del contenido de CO_2 de su atmósfera o una disminución en su capa de ozono produciría como respuesta un cambio de todo el sistema. La naturaleza y el resultado de estos cambios, particularmente los incrementos registrados en la concentración de CO_2 atmosférico y el adelgazamiento de la capa de ozono, son temas actuales de intenso interés y preocupación.

La cantidad de energía que reciben las distintas partes de la superficie terrestre no es uniforme. Este es el factor fundamental que determina la distribución de la vida en la Tierra. En las cercanías del Ecuador, los rayos del Sol son casi perpendiculares a la superficie terrestre y este sector recibe más energía por unidad de superficie que las regiones al norte y al sur, mientras que las regiones polares reciben el mínimo. Además, dado que la Tierra, que está inclinada sobre su eje, rota una vez cada 24 horas y completa una órbita alrededor del Sol más o menos cada 365 días, el ángulo de incidencia de la radiación y, por lo tanto, la cantidad de energía que alcanza a diferentes partes de la superficie, cambia hora tras hora y estación tras estación.

Radiación solar

Un haz de energía solar que incide en la Tierra cerca de uno de los polos se extiende sobre un área más amplia de la superficie terrestre que un haz similar que incide cerca del Ecuador.



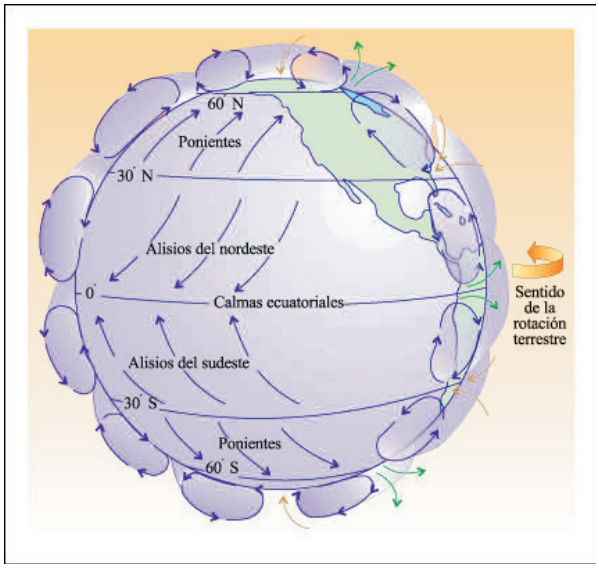
En los hemisferios norte y sur las temperaturas cambian en un ciclo anual porque la Tierra está ligeramente inclinada sobre su eje en relación con su órbita alrededor del Sol. En invierno, en el Hemisferio Norte, el Polo Norte se encuentra inclinado hacia el lado opuesto al Sol, disminuyendo el ángulo con que los rayos solares inciden en la superficie y disminuyendo también la duración de las horas de luz, lo cual da como resultado temperaturas más bajas. En verano, en el Hemisferio Norte, el Polo Norte está inclinado hacia el Sol. Nótese que la región polar del Hemisferio Norte está continuamente oscura durante el invierno y continuamente iluminada durante el verano.

Las variaciones de temperatura en la superficie terrestre y la rotación de la Tierra establecen los principales esquemas de circulación del aire y de las precipitaciones.

Estos esquemas dependen, en gran medida, del hecho de que el aire frío es más denso que el aire caliente. En consecuencia, el aire caliente se eleva y el aire frío desciende. Cuando el aire asciende, se encuentra bajo menor presión y, en consecuencia, se expande; cuando un gas se expande, se enfría. El aire más frío retiene menos humedad, así que, al elevarse, su vapor tiende a condensarse y a caer en forma de lluvia o de nieve.

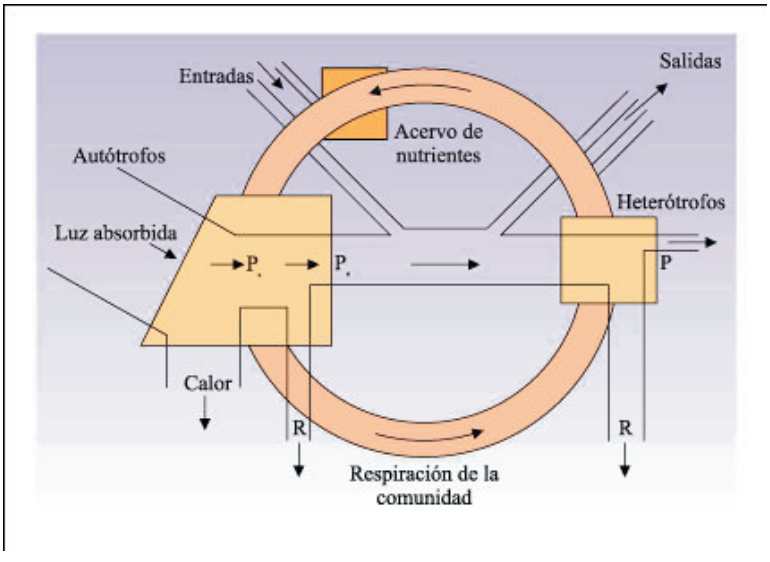
El aire es más cálido a lo largo del Ecuador, la región calentada más intensamente por el Sol. Este aire se eleva creando un área de baja presión (zona de calmas) que atrae aire desde el norte y desde el sur del Ecuador. A medida que el aire ecuatorial asciende, se enfría, pierde la mayor parte de su humedad, y luego cae a latitudes de aproximadamente 30° norte y sur; se trata de aire seco que condiciona la existencia de la mayoría de los grandes desiertos del mundo. Este aire se calienta, absorbe humedad, se eleva nuevamente y se desplaza hasta aproximadamente una latitud de 60° (norte y sur); este es el frente polar, otra área de baja presión. Un tercer cinturón, más débil, que se eleva en el frente polar, desciende nuevamente en los polos, dando lugar a regiones en las cuales, al igual que en las otras zonas de aire descendente, virtualmente no hay precipitaciones.

El movimiento de rotación de la Tierra desvía los vientos causados por estas transferencias de aire desde el Ecuador a los polos, creando los principales patrones de distribución de ecosistemas. Los cinturones de corrientes de aire que recorren la superficie de la Tierra determinan los patrones principales de distribución de vientos y precipitaciones.



En el esquema anterior, las flechas de color azul oscuro indican la dirección del movimiento del aire dentro de cada cinturón; las flechas verdes señalan regiones de aire ascendente que se caracterizan por precipitaciones elevadas; y las flechas marrones indican las regiones de aire descendente, caracterizadas también por escasas lluvias. El aire seco que desciende sobre las latitudes alrededor de 30º, tanto en el norte como en el sur, es el responsable de los grandes desiertos del planeta. Los vientos predominantes en la superficie de la Tierra, indicados por las flechas negras, muestran la desviación que la rotación de la Tierra introduce en las trayectorias de las corrientes de aire dentro de los cinturones individuales. Estos esquemas planetarios son modificados localmente por diversos factores.

El flujo de energía

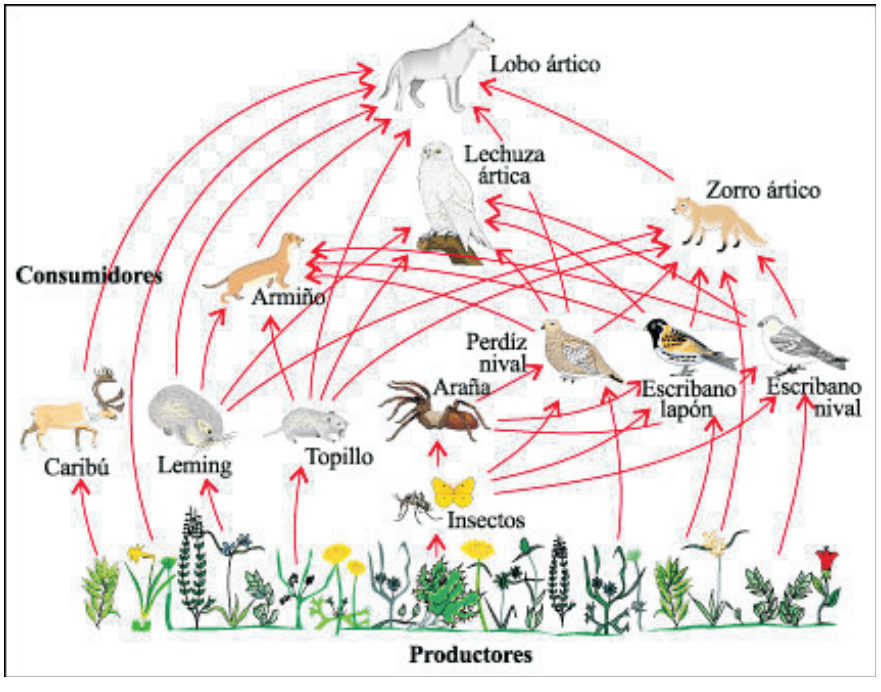


De la energía solar que alcanza la superficie de la Tierra, una fracción muy pequeña es derivada a los sistemas vivos. Aun cuando la luz caiga en una zona con vegetación abundante como en una selva, un maizal o un pantano, sólo aproximadamente entre el 1 y el 3% de esa luz (calculado sobre una base anual) se usa en la fotosíntesis. Aun así, una fracción tan pequeña como ésta puede dar como resultado la producción "a partir del dióxido de carbono, el agua y unos pocos minerales" de varios millares de gramos (en peso seco) de materia orgánica por año en un solo metro cuadrado de campo o de bosque, un total de aproximadamente 120 mil millones de toneladas métricas de materia orgánica por año en todo el mundo.

Eugene P. Odum, uno de los investigadores norteamericanos que más aportó a la comprensión de la dinámica de funcionamiento de los ecosistemas, utilizó una serie de diagramas de flujo para representarla.

El diagrama anterior muestra el flujo unidireccional de energía y el reciclado de materiales. PG = producción bruta; PN = producción neta; P = producción heterotrófica; R = respiración.

El paso de energía de un organismo a otro ocurre a lo largo de una cadena trófica o alimentaria que consiste en una secuencia de organismos relacionados unos con otros como presa y predador. El primero es comido por el segundo, el segundo por el tercero y así sucesivamente en una serie de niveles alimentarios o niveles tróficos. En la mayoría de los ecosistemas, las cadenas alimentarias están entrelazadas en complejas tramas, con muchas ramas e interconexiones. La relación de cada especie con otra en esta trama alimentaria es una dimensión importante de su nicho ecológico.



Las flechas indican la dirección del flujo de energía.
Esta red alimentaria está muy simplificada.

En realidad, forman parte de ella un número de especies de plantas y animales mucho mayor que el representado.

El primer nivel trófico de una trama alimentaria siempre está ocupado por un productor primario. En tierra, el productor primario habitualmente es una planta; en ecosistemas acuáticos, habitualmente, un alga. Estos organismos fotosintéticos usan energía lumínica para hacer carbohidratos y otros compuestos, que luego se transforman en fuentes de energía química. Los productores sobrepasan en peso a los consumidores; el 99% de toda la materia orgánica del mundo vivo está constituida por plantas y algas. Todos los heterótrofos combinados sólo dan cuenta del l % de la materia orgánica.

La productividad bruta es una medida de la tasa a la cual los organismos asimilan energía en un determinado nivel trófico. Una cantidad más útil "y a menudo más fácil de medir" es la productividad neta, que es comparable a la tasa de ganancia neta. Habitualmente se la expresa como la cantidad de energía medida en calorías o en unidades equivalentes de energía, como el kilo joule en los compuestos químicos.

La biomasa es un término abreviado y útil que significa el peso seco total de todos los organismos que se mide en un momento dado. La productividad neta es una medida de la tasa a la cual los organismos almacenan energía, que luego queda a disposición de los organismos del siguiente nivel trófico.

En los ecosistemas agrícolas, el peso seco del total de plantas al final de la estación de crecimiento representa la producción primaria neta de esa estación y suministra una buena base de comparación entre distintos ambientes.

Habitualmente, de ese valor se excluyen las raíces porque es difícil extraerlas de la mayoría de los suelos. Esto puede conducir a gruesas subestimaciones en, por ejemplo, la vegetación natural de los ecosistemas de desierto.

Los consumidores primarios (herbívoros) comen a los productores primarios. Un carnívoro que come a un herbívoro es un consumidor secundario, y así sucesivamente. En promedio, aproximadamente el 10% de la energía transferida en cada nivel trófico es almacenada en tejido corporal; del 90% restante, parte se usa en el metabolismo del organismo y parte no se asimila. Esta energía no asimilada es utilizada por los detritívoros y, finalmente, por los descomponedores.

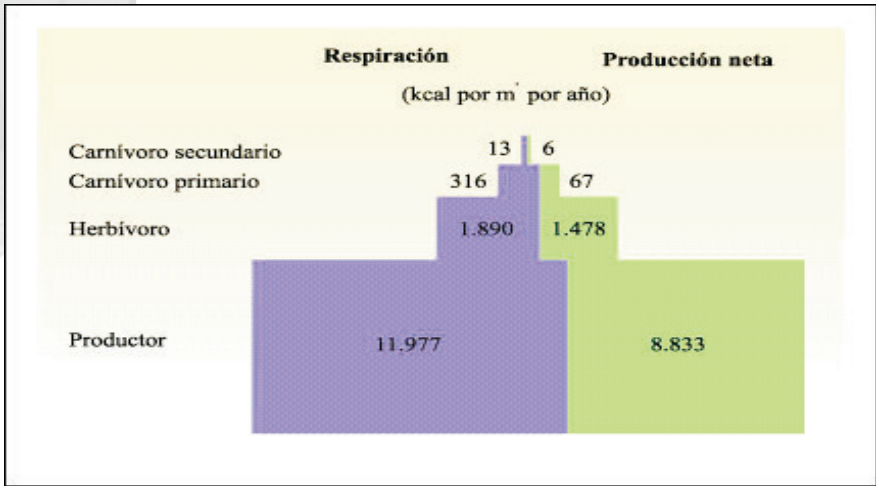
La eficiencia ecológica es el producto de las eficiencias con las cuales los organismos explotan sus recursos alimentarios y los convierten en biomasa: eficiencias de explotación, asimilación y producción neta. La eficiencia ecológica depende principalmente de la eficiencia de asimilación "que es la proporción de energía consumida que se asimila", y la eficiencia de producción neta "que es la proporción de energía asimilada que se gasta en crecimiento, almacenamiento y reproducción". En las plantas, la eficiencia de producción es la relación entre la productividad neta y la productividad bruta. Este índice varía entre un 30 y un 85%.

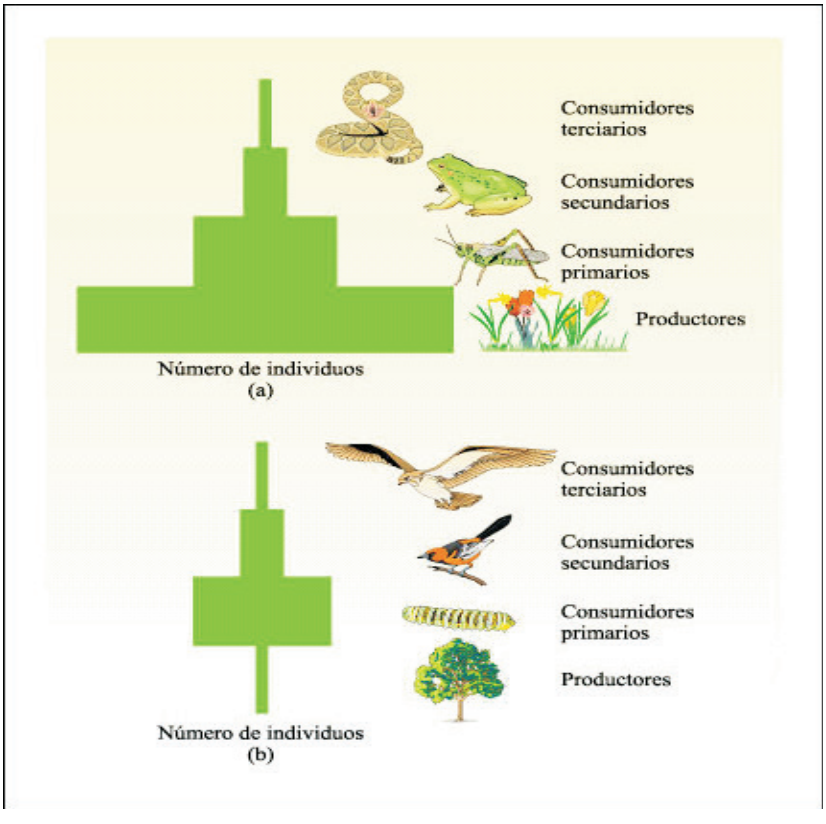
El valor energético de las plantas para sus consumidores depende de la proporción de materiales indigeribles que ellas contienen. El alimento de origen animal se digiere más fácilmente que el de origen vegetal.

La brevedad de las cadenas tróficas, es decir, el hecho de que sean tan cortas, fue atribuida desde hace tiempo a la ineficiencia involucrada en la transferencia de energía de un nivel trófico a otro, una explicación que, como tantas otras en ecología, está ahora sufriendo una revisión crítica. Sin embargo, en general, sólo un 10% de la energía almacenada en una planta se convierte en biomasa animal en el herbívoro que come esa planta. Se encuentra una relación semejante en cada nivel sucesivo.

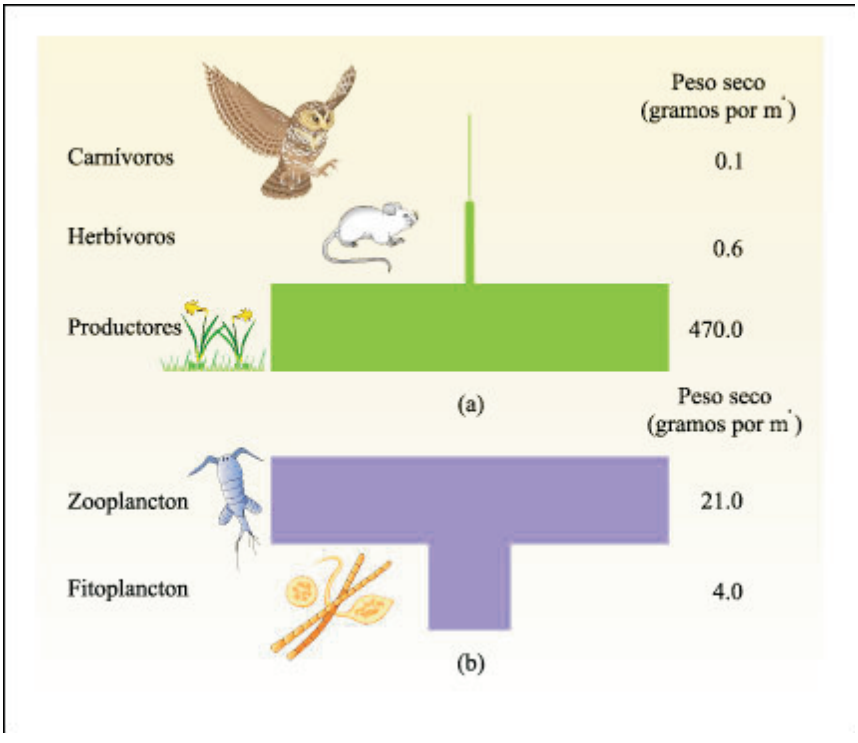
El cálculo empírico del 10% es sólo una estimación grosera. Las mediciones reales muestran amplias variaciones en las eficiencias de transferencia, desde menos del 1% a más del 20%, dependiendo de las especies de que se traten. El flujo de energía con grandes pérdidas en cada pasaje al nivel sucesivo puede ser representado en forma de pirámide.

Una proporción relativamente pequeña de la energía del sistema es transferida en cada nivel trófico. Gran parte de la energía se invierte en el metabolismo y se mide como colorías perdidas en la respiración.





Las relaciones energéticas entre los niveles tróficos determinan la estructura de un ecosistema en función de la cantidad de organismos y de la cantidad de biomasa presente.



Pirámides numéricas para a) un ecosistema de pradera graminosa en la que el número de productores primarios (gramíneas) es grande y b) un bosque templado en el que un solo productor primario, un árbol, puede soportar a un número grande de herbívoros.

Pirámides de biomasa para:

- Plantas y animales de un campo en Georgia, EEUU y
- Plancton del Canal de la Mancha.

Estas pirámides reflejan la masa presente en un momento dado; de aquí, la relación aparentemente paradójica entre el fitoplancton y el zooplancton.

Dado que la tasa de crecimiento de la población de fitoplancton es mucho más alta que la de la población de zooplancton, una pequeña biomasa de fitoplancton puede suministrar alimento para una biomasa mayor de zooplancton. Al igual que las pirámides de números, las pirámides de biomasa indican sólo la cantidad de material orgánico presente en un momento; no dan la cantidad total de material producido o, como hacen las pirámides de energía, la tasa a la cual se produce.

La tasa de transferencia de energía de un nivel a otro proporciona un segundo índice de la dinámica energética del ecosistema. Una baja tasa de transferencia suele significar que el tiempo de residencia en el nivel de origen es elevado, es decir, que ese nivel dispone de mecanismos de almacenamiento de la energía.

Tales mecanismos pueden ser la producción de madera, de humus y toda otra estructura resistente a la acción de predadores y descomponedores. Puede calcularse:

Tiempo de residencia (años) = Energía almacenada en biomasa ($kJ.m^{-2}$)

Productividad neta ($kJ.\ m^{-2}\ año^{-1}$)

Modelos de sistemas

El funcionamiento de los ecosistemas puede ser estudiado por varios métodos cuantitativos:

- La comparación global de los sistemas que permite ver, por ejemplo, cómo se correlaciona la productividad primaria de un sitio con las precipitaciones, la temperatura o la disponibilidad de nutrientes.

- Los experimentos a campo que permiten obtener datos valiosos en el mismo terreno de trabajo, pero tienen la enorme dificultad de la escala y el control de variables. En el laboratorio se pueden controlar mejor las variables, pero no pueden reproducirse todas e integrar, al mismo tiempo, aspectos de los métodos anteriores.

Los modelos matemáticos que, si bien tienen las limitaciones impuestas por la selección de variables, tienen varias ventajas. Son una vía efectiva de comunicación entre técnicos de distintas especialidades, lo que permite enfocar problemas interdisciplinarios. Permiten guiar la observación y la experimentación y, recíprocamente, éstas son la base para el ajuste y validación de los modelos.

Un buen modelo exige un conocimiento detallado de las variables fundamentales que modelan el sistema natural y, a su vez, aporta ideas de lo que es posible que ocurra en él frente a algún cambio natural o provocado por el hombre.

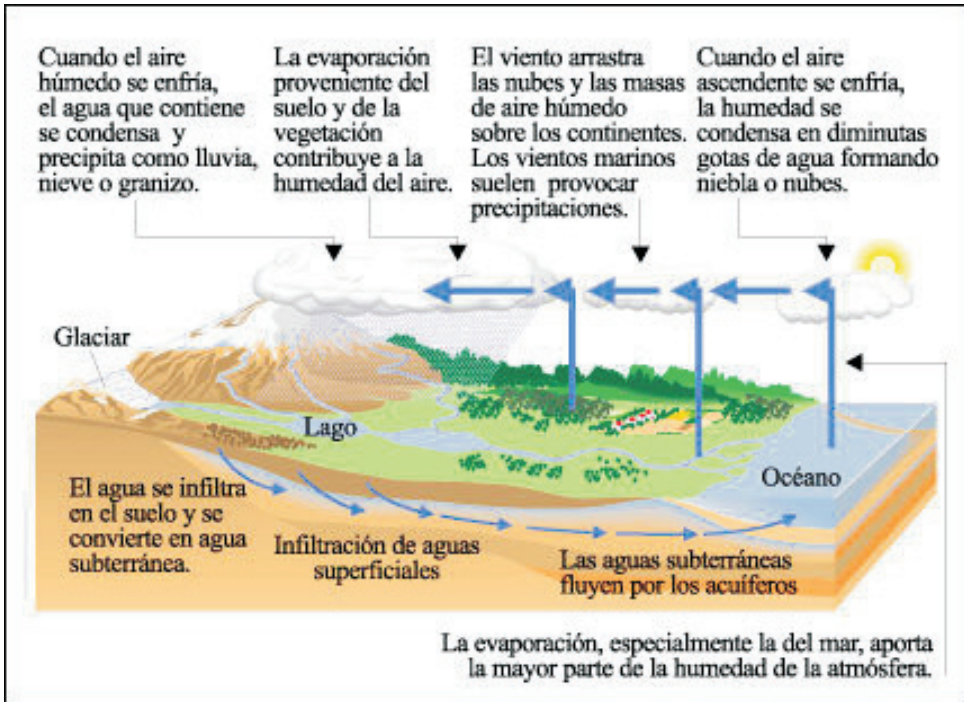
Otro grupo de modelos trabaja a nivel ecosistema simulando, por ejemplo, el flujo de C, N, P y S (carbono, nitrógeno, fósforo, azufre) entre las plantas y el suelo "medidos en términos de productividad o materia orgánica del suelo" y su alteración por la acción humana.

Una muy buena variable para modelizar los ecosistemas es la energía, ya que puede expresarse, a su vez, en variables comparables y medibles como biomasa o productividad e impulsa todos los procesos del sistema.

En la actualidad, hay infinidad de modelos para estudiar el impacto del hombre sobre la naturaleza. Entre ellos, se encuentran los modelos fisiológicos, como los basados en los intercambios gaseosos en las hojas o los modelos poblacionales, que analizan cómo se ve afectada la tasa de crecimiento o distribución de la población.

Como se puede apreciar, hay modelos para distintas escalas de resolución. Con ellos se pueden simular situaciones. El aspecto que resulta más crítico es seleccionar el modelo más adecuado para la escala temporal y espacial de la perturbación que se quiere estudiar.

Ciclos biogeoquímicos



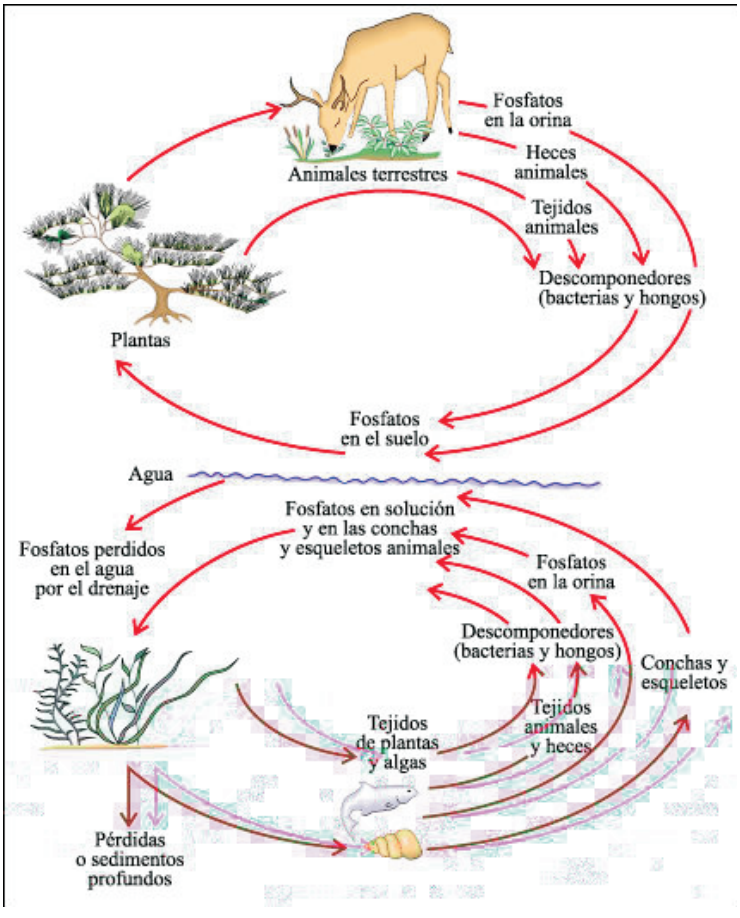
La energía toma un curso unidireccional a través de un ecosistema, pero muchas sustancias circulan a través del sistema. Estas sustancias incluyen agua, nitrógeno, carbono, fósforo, potasio, azufre, magnesio, calcio, sodio, cloro, y también varios otros minerales, como hierro y cobalto, que son requeridos por los sistemas vivos sólo en cantidades muy pequeñas.

El ciclo del agua vincula la atmósfera, la hidrosfera y la corteza de la Tierra. El agua de la atmósfera se encuentra principalmente en forma de vapor. En tierra, circula tanto por la superficie (arroyos, ríos y lagos) como por los estratos subterráneos (acuíferos). Generalmente, el agua desemboca en el mar.

Los movimientos de sustancias inorgánicas se conocen como ciclos biogeoquímicos, porque implican componentes geológicos así como biológicos del ecosistema. Los componentes del entorno geológico son:

- La atmósfera, constituida fundamentalmente por gases, que incluyen el vapor de agua.
- La litosfera, la corteza sólida de la Tierra.
- La hidrosfera, que comprende los océanos, lagos y ríos, que cubren ¾ partes de la superficie terrestre.

Los componentes biológicos de los ciclos biogeoquímicos incluyen los productores, consumidores y degradadores. El papel de cada descomponedor puede ser muy especializado.



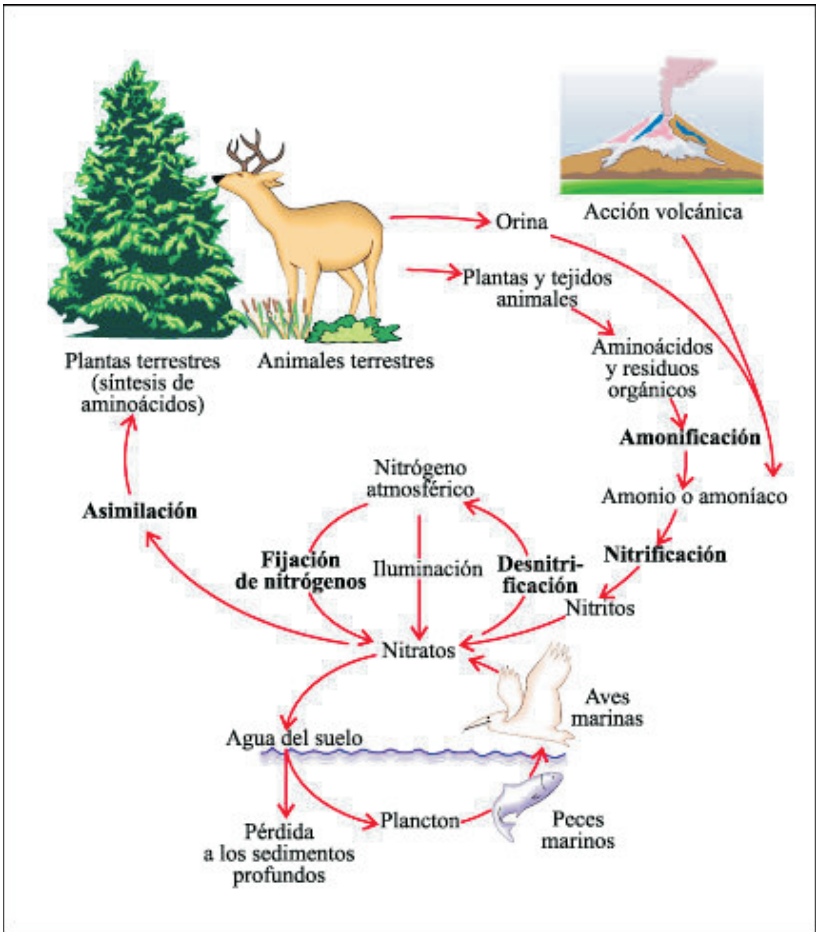
Como resultado de la actividad metabólica de los descomponedores, de los compuestos orgánicos se liberan sustancias inorgánicas al suelo o al agua. Desde el suelo o el agua, estas sustancias son vueltas a incorporar a los tejidos de los productores primarios, pasan a los consumidores y detritívoros y luego son entregadas a los descomponedores, de los cuales entran nuevamente en las plantas, repitiendo el ciclo.

El fósforo es esencial para todos los sistemas vivos como componente de las moléculas portadoras de energía "tales como el ATP" y también de los nucleótidos de DNA y RNA. Al igual que otros minerales, es liberado de los tejidos muertos por las actividades de los descomponedores, absorbido del suelo y del agua por las plantas y las algas, y circulado a través del ecosistema.

El ciclo del nitrógeno es de importancia crítica para todos los organismos. Implica varias etapas: la amonificación, degradación de los compuestos orgánicos nitrogenados a amoníaco o lon amonio; la nitrificación, oxidación del amoníaco

o el amonio a nitratos que son incorporados por las plantas; y la asimilación, conversión de nitratos a amoníaco y su incorporación a compuestos orgánicos.

Los compuestos orgánicos que contienen nitrógeno regresan finalmente al suelo o al agua, completándose el ciclo. El nitrógeno perdido por el ecosistema puede ser restituido por la fijación de nitrógeno, que es la incorporación de nitrógeno elemental a compuestos orgánicos.



Aunque el reservorio de nitrógeno se encuentra en la atmósfera, donde constituye hasta el 78% del aire seco, el movimiento de nitrógeno en el ecosistema es más semejante al de un mineral que al de un gas. Sólo unos pocos microorganismos son capaces de fijar nitrógeno.

Los elementos que necesitan los organismos vivos suelen estar presentes en sus tejidos en concentraciones más elevadas que en el aire, el suelo y el agua circun-

dantes. Esta concentración de elementos resulta de la absorción selectiva de sustancias por las células vivas, amplificada por los efectos de concentración de las cadenas tróficas. En circunstancias naturales, este efecto de concentración "denominada también bioacumulación" suele ser variable; generalmente, los animales tienen un mayor requerimiento de minerales que las plantas, porque gran parte de la biomasa vegetal es celulosa.

En los ciclos biogeoquímicos también pueden ser captadas sustancias extrañas que, pasando de un organismo a otro, alcanzan concentraciones elevadas cuando se aproximan a la cima de la cadena alimentaria. El DDT es probablemente la sustancia tóxica más conocida cuyos efectos fueron amplificados de esa manera.

En el accidente nuclear de Chernobyl (ocurrido en 1986) fue liberado al ambiente una enorme cantidad de material radiactivo.

Aunque las consecuencias de este accidente fueron más graves en las áreas próximas a Chernobyl, traspasaron las fronteras de la ex Unión Soviética, afectando finalmente a unos 100 millones de personas en más de 20 países europeos. La nube radiactiva del accidente se desplazó en dirección noroeste por el viento y, cuando posteriormente llegaron las lluvias, el material radiactivo volvió a caer al suelo. Una parte sustancial de la radiactividad fue depositada en Noruega, un país que no tiene plantas de energía nuclear. Un componente importante de la lluvia radiactiva de Chernobyl fue el cesio 137. A medida que este elemento pasó del agua de lluvia a los líquenes y luego a los renos, su concentración se incrementó a niveles que excedían en mucho a los que se consideraban seguros para el consumo humano. Las concentraciones más elevadas se produjeron en la leche, los músculos y los huesos de los renos, el medio de subsistencia tradicional para los pueblos Sami o Lapones, de Noruega Central y Meridional.

Las consecuencias de Chernobyl nos brindan varias lecciones importantes. La primera y más obvia es que la concentración biológica de sustancias es un fenómeno muy real, con consecuencias potencialmente graves, especialmente para los organismos que se encuentran en la cima de la cadena alimentaria, entre los cuales nos incluimos. La segunda lección es que no debemos ser complacientes con las medidas de seguridad relativas al uso de materiales o tecnologías; son posibles tragedias mucho peores que las de Chernobyl. La tercera lección, y tal vez la más importante, es que las consecuencias de nuestros errores no respetan

límites internacionales o normativas ambientales locales, independientemente de si fueron bien concebidas o de cuán fielmente se sigan. La humanidad y todos los demás seres vivos estamos interconectados en un único ecosistema global.

B. A nivel de Matemáticas

Los Números reales y funciones

La cuestión de si el tiempo y el espacio son continuos o tienen una naturaleza discreta había tenido consecuencias importantes desde los inicios de la ciencia.

Prácticamente todo el desarrollo científico y matemático desde los tiempos de los griegos hasta finales del siglo XIX se edificó sobre el supuesto de que el tiempo y el espacio son continuos. Se suponía que considerarlos continuos evitaba las paradojas de Zenón. Este punto de vista había prevalecido desde la época de Platón, quien propuso que el continuo se originaba por el flujo del ápeiron, una entidad sumamente abstracta que no tiene ninguna contrapartida en las teorías actuales.

En la época de Newton y Leibniz, el continuo que surgía del tiempo y del espacio del mundo físico se asimiló al continuo de los que se llamaron números reales. Las medidas numéricas del tiempo y de cantidades físicas tales como la longitud, la temperatura, el peso, la velocidad, etc., se consideraban puntos de este continuo.

El cálculo diferencial se aplicó a las funciones que comprendían variables cuyos valores podían recorrer todo el rango del continuo de los números reales.

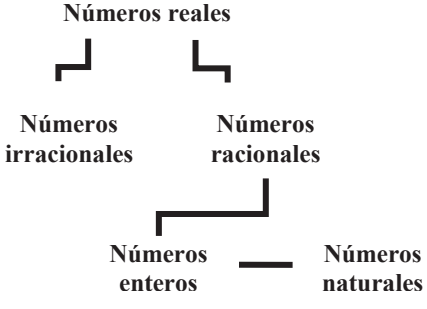
En la década de 1870, cuando Cauchy, Weierstrass, Richard Dedekind y otros trataron de elaborar una teoría de límites que diera soporte a las técnicas del cálculo, tuvieron de llevar a cabo una investigación profunda de la naturaleza del continuo de los números reales. Su punto de partida fue considerar el continuo como un conjunto de puntos -los números reales- dispuestos en una línea que se extiende hasta el infinito en ambas direcciones. Los números reales son una ampliación de los números racionales, y muchos de los axiomas de los números reales lo son también de los racionales. Éste es en particular el caso de los axiomas matemáticos de la adición, la sustracción, la multiplicación y la división. Los axiomas aritméticos garantizan que los números reales constituyen un campo

(véase página 95). Hay también axiomas que describen el orden de los números reales y, también en este caso, tales axiomas valen para los números racionales.[1]

El sistema de los números reales está conformado por el conjunto de sistemas numéricos más simples como: el sistema de los números naturales que son los primeros números que el niño conoce y le sirven para contar, si le agregamos sus inversos aditivos y el cero obtendremos los enteros, pero con estos dos sistemas de numeración no podemos tomar medidas de longitudes, pesos o voltajes donde llegamos a considerar a los cocientes, los cuales son aquellos que se pueden escribir de la forma m/n, donde m y n son enteros y $n \neq 0$, se llaman números racionales, sin embargo con los números racionales no podemos medir cualquier longitud. Este importante descubrimiento fue realizado por los griegos varios siglos antes de Cristo. Demostrar que la $\sqrt{2}$ mide la hipotenusa de un triangulo rectángulo cuyos catetos tienen una longitud de uno no puede escribirse como un numero racional, por lo tanto no es racional y recibe el nombre de irracionales como también lo son $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$, $\sqrt{7}$, π, ℓ, etc.

Los números reales se consideran como el conjunto formado por todos los números racionales e irracionales, junto con sus inversos aditivos y el cero.

$N \subseteq Z \subseteq Q \subseteq R$



Para trabajar con este sistema numérico recordemos algunos axiomas o propiedades importantes para la adición y multiplicación de los números reales las cuales son: axiomas de campo y axiomas de orden.

Dados dos números X e Y que pertenezcan a los reales podemos sumarlos o multiplicarlos para obtener otro número real.

Propiedades de campo de los números reales

- Ley Conmutativa: $x+y=y+x; x*y=y*x$
  Ejemplo: 5 + 8 = 8 + 5 y 5 * 4 = 4 * 5

- Ley Asociativa: $x+(y+z)=(x+y)+z; x*(y*z)=(x*y)*z$
  Ejemplo: 5 + (8 + 13) = (5 + 8) + 13 y 4 * (15 * 12) = (4 * 15) * 12

- Ley Distributiva: $x*(y+z)=x*y+x*z$
  Ejemplo: 5 * (12 + 16) = (5 * 12) + (5 * 16)

- Elemento neutro: hay dos números distintos 0 y 1 que satisfacen las identidades x + 0 = x ; x * 1 = 0.
  Ejemplo: 25 + 0 = 25 y 45 * 1 = 45

- Inverso: cada número *x* tiene un inverso aditivo (llamado opuesto), $-x$, que satisface la ecuación $x + (-x) = 0$. Además cada numero x, excepto 0 tiene un inverso multiplicativo (también llamado reciproco), que satisface la expresión $x^* x^{-1} = 1$.
  Ejemplo: 115 + (-115) = 0 y $45^*45^{-1} = 1$

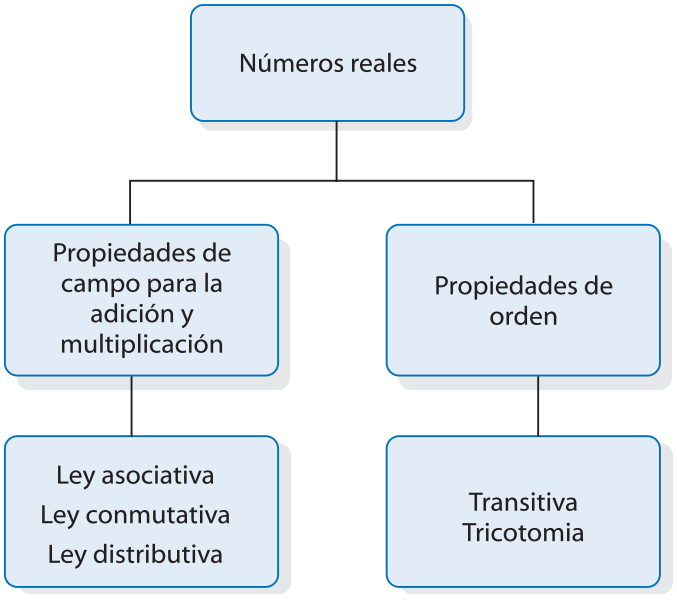
Propiedades de orden

- Tricotomía: si x e y son números, se cumple una y solo una de las siguientes propiedades: X < Y o X = Y o x > y.

- Transitividad: $x < y$ y $y < z \Rightarrow x < z$.

- Aditiva: $x < y \Leftrightarrow x + z < y + z$.

- Multiplicativa: cuando z es positivo, $x < y \Leftrightarrow x*z < y*z$. Si z es negativo, $x < y \Leftrightarrow x*z > y*z$



Desigualdades

Resolver una desigualad es encontrar el conjunto de todos los números reales que la hacen verdadera, el conjunto solución de una desigualdad está dada en intervalos. Los intervalos son de varios tipos uno son: abiertos, cerrados, semi-abiertos y semi-cerrados. A continuación se enseñan los métodos para la solución de desigualdades.

Como en el caso las ecuaciones, el procedimiento para resolver desigualdades consiste en transformar la desigualdad en paso a paso cada vez hasta que el conjunto solución sea obvio. Lo cual implica que debemos desarrollar ciertas operaciones como:

- Se puede añadir el mismo número a ambos miembros de la desigualdad.
- Se puede multiplicar ambos miembros de la desigualdad por un número positivo.
- Se puede multiplicar ambos miembros por un número negativo pero entonces la desigualdad cambia de sentido.

Ejemplos:

1) $4x-7<3x+25$
$4x<3x+32$ (Sume 7 a ambos lados de la expresión)
$x<32$ (Sume -3x a ambos lados de la expresión)

2) $-2<1-5x\leq 3$
$-3<-5x\leq 2$ (Sume -1 a cada parte de la expresión)
$\frac{-3}{5}<-x\leq\frac{2}{5}$ (Multiplico por 1/5 cada parte de la desigualdad)
$\frac{3}{5}>x\geq\frac{-2}{5}$ (Multiplico por -1)

3) $x^2-5x+6>0$
$(x-6)*(x+1)>0$ (Factorice)

Veamos que 6 y -1 son ejes de separación que dividen al eje real, en tres intervalos $(-\infty,-1),(-1,6),(6,\infty)$. En cada uno de estos intervalos, (x-6) * (x+1) tienen signos constantes, es decir son siempre positivos o siempre negativos. Para encontrar los signos de cada intervalo use los puntos de prueba -2, 0 y 7. Cualquiera de los puntos de cada intervalo sirve.

Valor Absoluto

El concepto de valor absoluto es importante para el estudio del cálculo y el estudiante debe adquirir práctica para trabajar con él. El valor absoluto de un número x es la distancia de x al 0. Se designa mediante $|\ |$ y se define como.

$$|x|=\begin{cases}x, si\ \ x>0\\0, \text{si } x=0\\-x, \text{si } x<0\end{cases}$$

Por ejemplo $|6|=6$, $|-4|=-(-4)$ y $|0|=0$

Desigualdades que Implican Valor Absoluto

$|x|<a \Leftrightarrow -a<x<a$
$|x|>a \Leftrightarrow x<-a$ o $x>a$

Ejemplo:

$|x+1|<4$

$-4<x+1<4$

$-4-1<x+1-1<4-1$

$-5<x<3$

La solución es el intervalo abierto (-5,3).

$|3x+5|>3$

$3x+5<-3$ $\qquad$ $3x+5>3$

$3x+5-5<-3-5$ $\qquad$ $3x+5-5>3-5$

$3x<-8$ $\qquad$ $3x>-2$

$3x*\frac{1}{3}<-8*\frac{1}{3}$ $\qquad$ $3x*\frac{1}{3}>-2*\frac{1}{3}$

$x<\frac{-8}{3}$ ó $x>\frac{-2}{3}$

Propiedades del valor absoluto
$\lvert a*b\rvert=\lvert a\rvert*\lvert b\rvert$
$\left\lvert\frac{a}{b}\right\rvert=\frac{\lvert a\rvert}{\lvert b\rvert}$
$\lvert a+b\rvert\le\lvert a\rvert+\lvert b\rvert$
(Desigualdad del triangulo) $\lvert a-b\rvert\ge\lVert a\rvert-\lvert b\rVert$

Por lo tanto el conjunto solución de la desigualdad es la unión de los intervalos

$\left(-\infty,-\frac{8}{3}\right)$ y $\left(-\frac{2}{3},\infty\right)$.

Taller

- ¿Qué son los números reales?
- ¿Cómo están divididas las propiedades de los números reales y cuáles son?
- ¿Cree usted qué los números reales son importantes para el desarrollo de una granja integral? Justifique su respuesta.
- ¿Cómo puedes aplicar los números reales en la producción de vegetales en una granja integral?
- Realice los siguientes ejercicios y problemas para recordar algunos casos de factorización.

$$\frac{x^3 - 27}{x - 3} \qquad \frac{x^3 - 27}{x - 3} \qquad |x - 2/3| < 5/4$$

$$6x + 4 < 3x - 8 \qquad 6x + 4 < 3x - 8 \qquad x^2 - 5x + 6$$

- La relación entre las temperaturas Celsius (C°) y Fahrenheit (F°) está dada por la fórmula $C = \frac{5}{9}(F - 32)$. Si el intervalo de temperatura de cierta región es $2 < C° < 15$, escriba el intervalo en relación a grados Fahrenheit.
- Si en una parcela se cosecharon 17 cargas de papa las cuales se vendieron en $1.020.000 pesos y para producirlas se gastaron $50.000 pesos en semillas, $350.000 pesos, en químicos y abono. ¿Cuál fue la ganancia al producir las 17 cargas de papa?
- Si en una finca se producen 250 litros de leche diariamente y se venden a una empresa pasteurizadora de la cual se reciben $4.215.000 pesos mensuales. ¿Cuánta leche se produce en la finca al mes? ¿Cuál es el valor del litro de leche?

Funciones

El cálculo diferencial proporciona un medio para describir y analizar el movimiento y el cambio. Para utilizar el cálculo diferencial, debemos tener un modelo o patrón que describa el movimiento o cambio en el cual estamos interesados. Esto es debido a que, en términos concretos, el cálculo diferencial consiste en un conjunto de técnicas para el tratamiento de estructuras. (La palabra calculus es una palabra latina que significa "guijarro"; recordemos que los antiguos sistemas de contar llevaban aparejada la manipulación física de piedras.)

El cálculo diferencial estudia un proceso conocido como diferenciación (o derivación). La finalidad de la diferenciación es la obtención de la tasa de cambio de cualquier cantidad variable. Para realizarlo, el valor, posición o trayecto de dicha cantidad debe estar expresado mediante una fórmula apropiada o una función. La diferenciación actúa entonces sobre dicha fórmula para producir otra que nos da la tasa de cambio. Así pues, la diferenciación es un proceso que convierte unas fórmulas en otras.

Imaginemos por ejemplo un automóvil viajando a lo largo de una carretera. Supongamos que la distancia que recorre, digamos X, varía con el tiempo t, de acuerdo con la fórmula: $x = 5t^2 + {}^3t$.

Entonces, de acuerdo con el cálculo diferencial, la velocidad del automóvil V (es decir, el cambio de la posición) para un tiempo t vendrá dada por la fórmula:

$$v = 10t + 3$$

La fórmula $10t + 3$ es el resultado de diferenciar la fórmula $5t^2 + 3t$ (se verá pronto cómo trabaja la diferenciación en este caso).

Observemos que la velocidad del automóvil no es una constante en este ejemplo; la velocidad varía con el tiempo, al igual que lo hace la distancia. En realidad el proceso de diferenciación puede aplicarse una segunda vez para obtener la aceleración (es decir, la tasa de cambio de la velocidad). Derivando la fórmula se obtiene la aceleración que es en este caso una constante, $a = 10$.

Los objetos matemáticos fundamentales a los cuales se aplica el proceso de diferenciación se llaman funciones. Sin la noción de función, no puede haber cálculo. Así como la adición aritmética es una operación que se realiza con números,

del mismo modo la diferenciación es una operación que se lleva a cabo con funciones.

Pero ¿Qué es exactamente una función? La respuesta más sencilla es que, en matemáticas, una función es una regla o asignación. Hablando con rigor, éste es un caso especial, pero resulta adecuado para entender cómo funciona el cálculo.

Una fórmula polinómica, por ejemplo, tal como determina una función:

$$y = 5x^3 - 10x^2 + 6x + 1$$

Dado un valor cualquiera de X, la formula nos dice como calcular el correspondiente valor de Y. Por ejemplo, dado el valor X = 2, se puede calcular:

$$y = 5*2^3 - 10*2^2 + 6*2 + 1 = 40 - 40 + 12 + 1 = 13$$

Otros ejemplos son las funciones trigonométricas, Y = Sen X, Y = Cos X, Y =TanX (seno, coseno y tangente, respectivamente). Para esas funciones, no hay un modo sencillo de calcular el valor de Y, como ha sido el caso del polinomio anterior. Sus definiciones familiares se dan en términos de las proporciones de los diversos lados de un triángulo rectángulo, pero tales definiciones se aplican solamente cuando el valor dado para X corresponde a un ángulo menor que un ángulo recto. El matemático define la función tangente en términos de las funciones seno y coseno como:

$$\tan(x) = \frac{sen(x)}{\cos(x)}$$

y define las funciones seno y coseno mediante series infinitas:

$$sen(x) = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \ldots$$

$$\cos(x) = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \ldots$$

Para comprender estas fórmulas se necesita saber que, para cualquier número natural n, n! (léase "n factorial") es igual al producto de todos los números de 1 a n inclusive: por ejemplo, 3! = 1 x 2 x 3 = 6.

La serie infinita que define a Sen(X) y a Cos(X) da siempre un valor finito, y puede tratarse al estilo de polinomios finitos. Las series dan como resultado el valor usual cuando X es un ángulo de un triángulo rectángulo, pero también en el caso de un número X real cualquiera.

Otro ejemplo de una función es el de la función exponencial

$$\ell^x = 1 + \frac{x^1}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots$$

También en este caso esta serie infinita da un valor finito, y puede tratarse como un polinomio finito. Para X = 1 se obtiene

$$\ell = \ell^1 = 1 + \frac{1}{1!} + \frac{2}{2!} + \frac{3}{3!} + \frac{4}{4!} + \ldots$$

El valor de esta serie infinita, la constante matemática e, es un número irracional. Su expansión decimal comienza por 2,71828.

La función exponencial *e* tiene una importante función inversa. Se trata del logaritmo natural de X, ln X. Si se comienza con un número a y se aplica la función para obtener el número $b = \ell^a$, entonces, al aplicar la función Ln X a b, se obtiene a de nuevo: a = Ln b.[2]

Definición de función

Una función es una regla de correspondencia que asocia a cada objeto X de un conjunto llamado dominio un valor único Y de un segundo conjunto. El conjunto de los valores así obtenidos se llaman rango de la función.

Notación de función

Se usa una sola letra como *f, g , h* , etc. Para denominar una función. Entonces "f de X" o "f en X" designa el valor que f asigna a X, por lo tanto, si ,

$$f(x) = 5x^2 + 3x - 2,$$
$$f(2) = 5(2)^2 + 3(2) - 2 = 20 + 6 - 2 = 24$$
$$f(-3) = 5(-3)^2 + 3(-3) - 2 = 15 - 6 - 2 = 7$$

Dominio y rango

La regla de correspondencia es el corazón de una función, pero esta no queda determinada por completo si no cuando se da un dominio. Recuerde que el dominio es el conjunto de los objetos a los que la función asigna valores. El rango es el conjunto de los valores obtenidos.

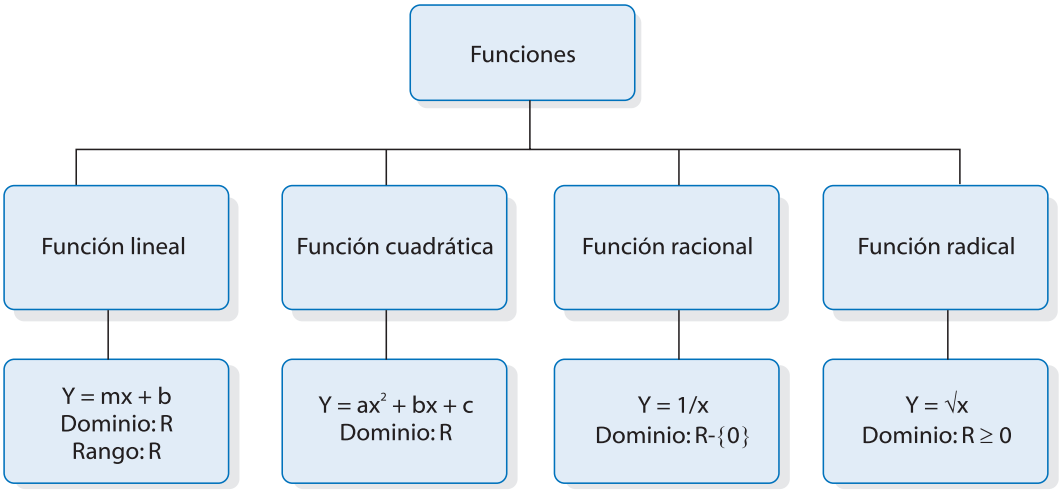
Ejemplo: encuentre el dominio natural para:

$$f(x) = \frac{4 - x^2}{x^2 - x - 6}$$

Para encontrar el dominio de esta función primero debemos factorizarla. Por lo tanto tenemos:

$$f(x) = \frac{(2 - x) * (2 + x)}{(x - 3) * (x + 2)} = \frac{2 - x}{x - 3}$$

El dominio natural para f es $\{x^{\in} R: x \neq 3\}$. Esto se lee: "el conjunto de los X en R (los números reales) tales que x es distinto de 3. Excluimos el tres para evitar la división por cero.

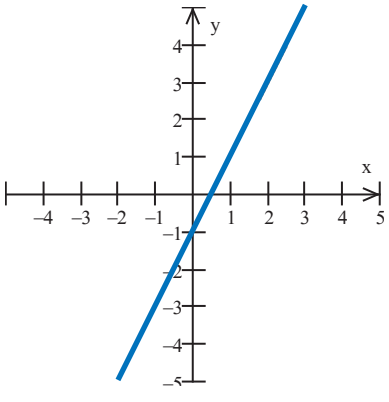


Gráficas de funciones

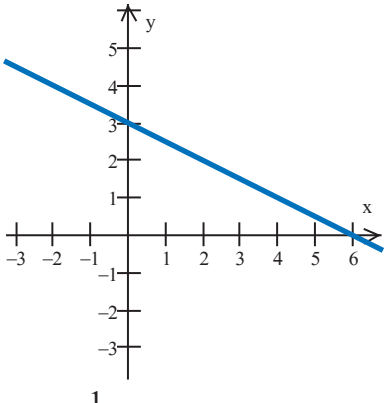
Cuando el dominio como el rango de una función consta de números reales, podemos representar la función dibujando su grafica en un plano de coordenadas.

- **Función lineal**

  La función lineal está dada por medio de la siguiente ecuación donde m y b son números constantes y m es la pendiente de la recta, su grafica es:



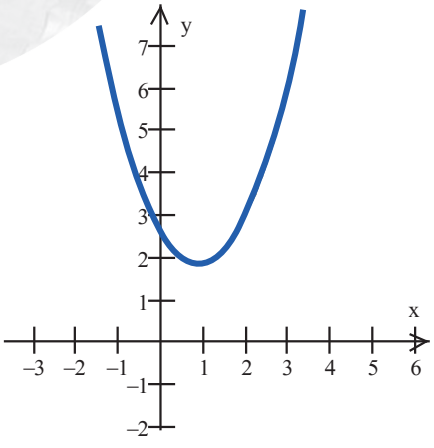
$x-1$



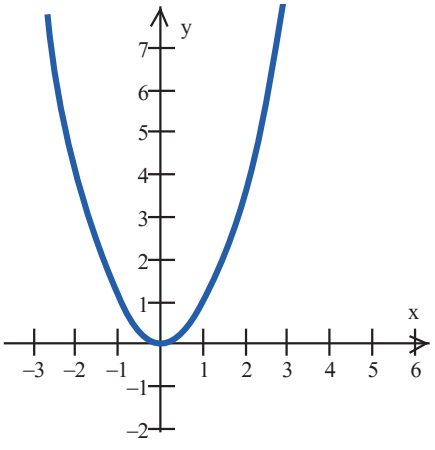
$\frac{1}{2}x+3$

- **Función cuadrática**

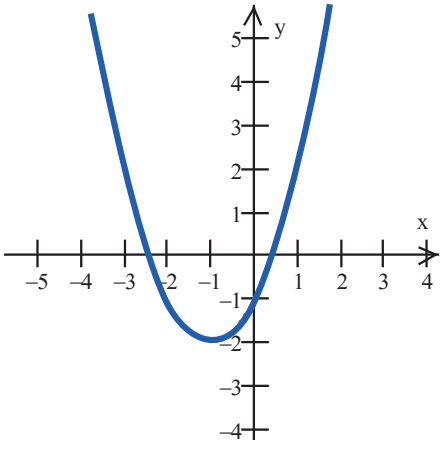
La función cuadrática está dada por la fórmula $y = ax^2 + bx + c$, donde a, b y c son constantes con $a \neq 0$ y su grafica es una parábola.



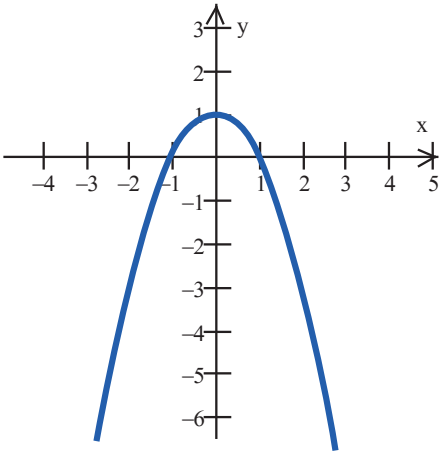
$y = (x-1)^2 + 2$



$y = x^2$

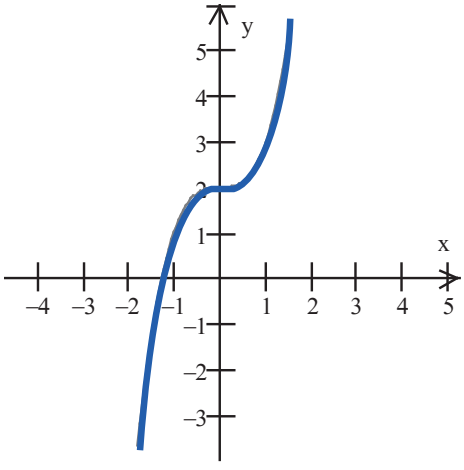


$y = (x+1)^2 - 2$

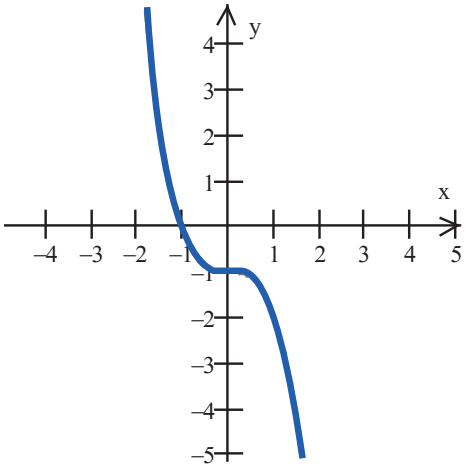


$y = -x^2 + 1$

- **Función cúbica**

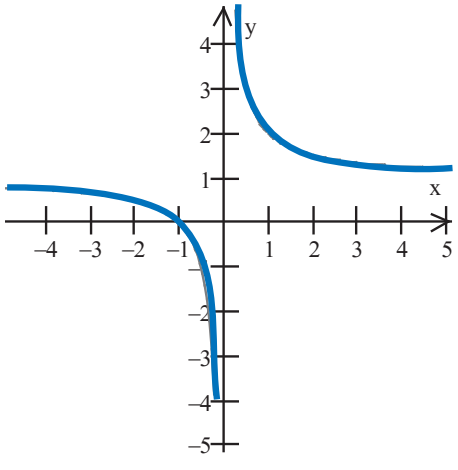


$y = x^3 + 2$

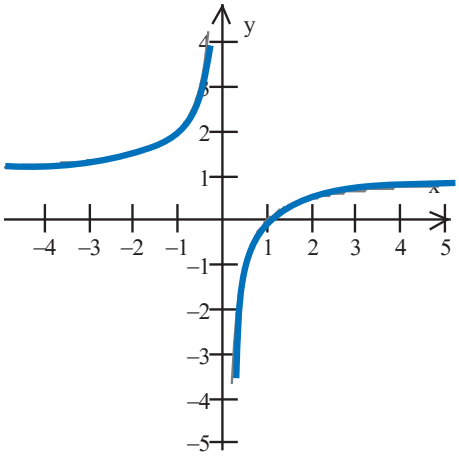


$y = -x^3 - 1$

- **Función racional**

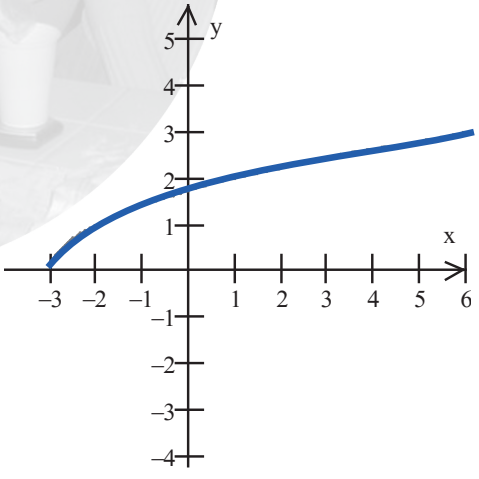


$y = \frac{1}{x} + 1$

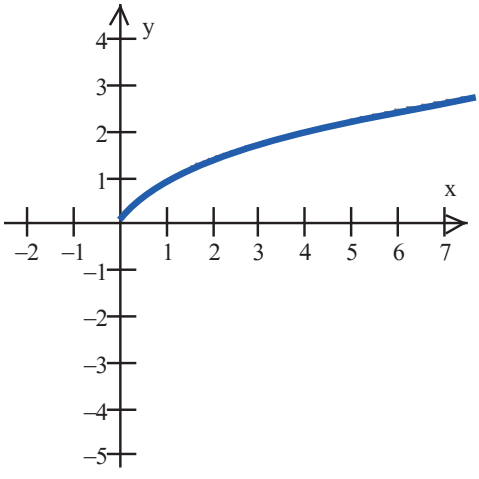


$y = -\frac{1}{x} + 1$

- **Función radical**



$y = \sqrt{x+3}$



$y = \sqrt{x}$

- **Funciones pares e impares**

Se pude predecir la simetría de la grafica de una función mediante inspección de su formula. Si f(-x) = F(x) entonces la grafica es simétrica con respecto al eje de las Y, dicha función se llama Función Par.

Si f(-x)=-f(x) entonces la grafica es simétrica con respecto al origen dicha función se llama Función Impar.

Ejemplo: la función $f(x) = 3x^2 + 2x - 1$ es una función par o impar:

Para esto buscamos el valor de la función f(-x) y la comparamos con la función f(x), $f(-x) = 3(-x)^2 + 2(-x) - 1 = 3x^2 - 2x - 1$, a comparar el resultado con la función f(x) podemos concluir que e4sta función no es par ni impar.

- **Dos funciones especiales**

Son dos funciones que se utilizaran para el desarrollo del programa estas funciones son: La función valor absoluto $|\ |$ y la función parte entera [ ], se definen de la siguiente manera:

Valor absoluto:

$$|x| = \begin{cases} x & si \quad x \geq 0 \\ -x & si \quad x < 0 \end{cases}$$

Parte entera: $[x]$ = al mayor entero igual o al menor entero que x.

Operaciones con funciones

Las funciones no son números pero así como dos números se pueden sumar para producir otro número; las funciones se pueden sumar para producir otra función, esto es un solo ejemplo de las diversas operaciones que podemos realizar con las funciones.

OPERACIÓN	FORMULA
Suma	(f+g)(x) = f(x) + g(x)
Diferencia	(f-g)(x) = f(x) - g(x)
Producto	(f*g)(x) = f(x) * g(x)
Cociente	(f/g)(x) = f(x) / g(x) siempre g(x) sea diferente de cero (0)

Además de estas operaciones existe una operación fundamental para las funciones que recibe el nombre de composición de funciones y el operador es "o".

Piense en una función f como en una maquina, ella acepta a X como insumo, trabaja con esta y produce f(x) como resultado. A menudo se pueden poner dos maquinas juntas, en serie, para construir una maquina más complicada; así se tienen dos funciones f y g: si f trabaja con X para producir f(x) y después g trabaja con f(x) para producir g(f(x)), decimos que hemos uno composición de g con f. La función resultante recibe el nombre de composición de g con f y se designa mediante el símbolo g o f. Por lo tanto:

$$(g \circ f)(x) = g(f(x))$$

Ejemplo:

para $f(x)=\frac{x}{x-1}$ y $g(x)=\sqrt{1+x^2}$ encuentre y simplifique $(f\circ g)(x)$.

Solución: tenemos que:

$$(f\circ g)(x)=f(g(x))=f\left(\sqrt{1+x^2}\right)=\frac{\sqrt{1+x^2}}{\sqrt{1+x^2}-1}$$

Taller

En los siguientes ejercicios identifique cada función por su tipo (constante, lineal cuadrática, cúbica, polinómica, radical y racional) y encuentre en cada función su dominio, el rango y realice su grafica.

$f(x)=36$

$f(x)=2x+\frac{3}{2}$

$f(x)=5x^2+3x-2$

$f(x)=\frac{x^3}{3}+16$

$f(x)=\frac{4-x}{x}$

El ingreso total por la venta de un producto particular depende del precio por unidad, en concreto la función de ingreso es: $R=f(p)=15000p-500p^2$, donde R es el ingreso total en pesos y p indica el precio, también en pesos.

- ¿Qué clase de función es?
- ¿Cuál es el ingreso total esperado si el precio es de 100 pesos?
- ¿Qué precio o precios darán un ingreso total de cero?

La utilidad total de plantar x_i acres en la granja i se expresa en la función

$$p(x_1,x_2,x_3)=400x_1+500x_2+450x_2+525000.$$

- » ¿Cuál es la utilidad total si en la granja uno se plantan 200acres, en la granja dos se plantan1250 acres y en la granja tres se plantan 150 acres?
- » Para el análisis de equilibrio una empresa debe considerar las funciones lineales: de costos C(x), la función de ingresos R(x) y la función de ganancias P(x). De tal manera que C(x) = cx + F; R(x) = sx; P(x) = R(x) – C(x). Donde x es el número de unidades del producto, c el costo de fabrica por unidad y s el costo de venta.
- » Si una empresa de artesanías tiene gastos fijos mensuales de dos millones de pesos. El costo de producción de unidades es de 200 pesos y el costo de venta por unidad es de 500 pesos.

- ¿Cuál es la función de costos?
- ¿Cuál es la función de ingresos?
- ¿Cuál es la función de ganancia?

Realice la grafica de las funciones C(x) y R(x) y en el punto donde se cruzan se obtiene el punto de equilibrio. Determínelo.

C. A nivel de Física

La mecánica ondulatoria y medios comunicación

Los fenómenos ondulatorios forman parte de nuestra cotidianidad. Desde las ondas que se forman en la superficie del agua de un lago o un estanque cuando se lanza una piedra y las ondas que se producen en las cuerdas, tubos o membranas de los instrumentos musicales, hasta aquellas que viajan por el espacio y nos enteran, inmediatamente, de hechos ocurridos a grandes distancias de nosotros a través de la radio, la televisión o el Internet, entre otros medios de comunicación.

Antes de iniciar el estudio de las ondas es necesario reconocer los movimientos periódicos y como un ejemplo de ellos, el movimiento armónico simple. El estudio de dichos movimientos es de gran ayuda para comprender los fenómenos ondulatorios hasta llegar al sonido.

Taller

Leer el siguiente texto del libro La Evolución de la Física de Albert Einstein y Leopold Infeld.

¿Qué es una Onda?

Un rumor originado en Washington llega a Nueva York muy rápidamente, aun cuando ni una sola persona de las que toman parte en difundirlo haga el viaje para ese fin. Tenemos aquí dos movimientos diferentes: el rumor que va de Washington a Nueva York y el de las personas que lo difunden. El viento que pasa sobre un campo de trigo determina un movimiento en forma de onda, que se difunde a lo largo de toda una extensión. Podemos distinguir en este caso nuevamente los dos movimientos, el de la propagación de la onda y el movimiento de cada una de las espigas, las cuales ejecutan solo pequeños desplazamientos de vaivén; es decir pequeñas oscilaciones. Todo el mundo ha visto alguna vez las ondas que se propagan en forma de círculos, que se agrandan paulatinamente, cuando se arroja una piedra sobre la superficie tranquila del agua de un río o de un estanque. El movimiento de avance de la onda es una cosa, y otra el movimiento de las partículas del agua. Estas partículas se limitan a subir y bajar en el mismo sitio. En cambio, el movimiento de la onda es la propagación de un estado de perturbación de la materia y no la propagación de la materia misma. Un corcho que flota sobre el agua demuestra lo anterior claramente, pues se mueve de arriba abajo imitando el movimiento verdadero del agua y no se desplaza junto con la onda.

Con el objeto de entender mejor el mecanismo de una onda, vamos a imaginar un experimento ideal. Supongamos cierto espacio lleno completa y uniformemente de agua, aire u otro medio. En algún punto de este medio, exento de movimiento, hay una esfera quieta. De repente, esta esfera comienza a "respirar" rítmicamente, aumentando y disminuyendo de volumen, pero sin cambiar de forma. ¿Qué acontecerá entonces en el medio? Empecemos nuestras observaciones en el preciso momento en que la esfera inicia su dilatación. Las partículas del medio que están en la inmediata vecindad de la esfera resultan empujadas hacia fuera, de tal manera que la densidad de la capa esférica de dicho medio aumenta por encima de su valor normal. Del mismo modo, cuando la

esfera se contrae, la densidad de aquella parte del medio que rodea la esfera disminuye. Estos cambios de densidad se propagan a través de todo el medio.

Las partículas que lo constituyen ejecutan solo pequeñas vibraciones, pero el movimiento global resultante es el de una onda progresiva. El asunto esencialmente nuevo aquí es que por vez primera estamos considerando el movimiento de algo que no es materia, sino energía que se propaga a través de la materia.

Basándonos en el ejemplo de la esfera pulsante, podemos introducir dos conceptos físicos generales e importantes para la caracterización de las ondas. El primero, que depende del medio, es el de la velocidad con que se propaga la onda; esta velocidad es diferente, por ejemplo, si el medio es agua o aire. El segundo concepto es el de longitud de onda. En el caso de las ondas en el agua, mar o río, es la distancia entre dos valles o dos crestas inmediatas. Las olas del mar tienen en general mayor longitud de onda que las del río. En el caso de las ondas producidas por la esfera pulsante, la longitud de onda es la distancia entre dos superficies esféricas que muestran máximos o mínimos de densidad.

Es evidente que esta distancia no dependerá del medio solamente. La rapidez de la pulsación de la esfera tendrá, por cierto, su influencia en el asunto, resultando la longitud de onda más corta si la pulsación se hace más rápida y viceversa.

El concepto de onda resultó muy fecundo en la física. Es decididamente un concepto mecánico. El fenómeno se reduce al movimiento de partículas que, de acuerdo con la teoría cinética, son las que constituyen la materia. Luego, toda teoría que se vale del concepto de onda puede en general considerarse como una teoría mecánica; por ejemplo: la interpretación de los fenómenos acústicos se basa esencialmente en dicho concepto. Los cuerpos vibrantes, tales como las cuerdas vocales o las de un violín, son fuentes de ondas que se propagan a través del aire de una manera análoga a las ondas producidas en el caso de la esfera. Luego, por medio del concepto de onda es posible reducir todos los fenómenos acústicos a fenómenos mecánicos.

Responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué es una onda?
- ¿Por qué se dice que las ondas transportan energía?
- ¿De qué depende la velocidad de propagación de una onda?
- ¿Qué entiende por longitud de onda?

- ¿Qué importancia tienen para usted las ondas?

Para comprender los movimientos ondulatorios es necesario estudiar inicialmente los movimientos periódicos y como un ejemplo de movimiento periódico, el movimiento armónico simple. Además, trataremos el movimiento pendular qué se considera como un movimiento armónico simple.

Movimiento periódico

Los movimientos de rotación y traslación de la Tierra y el movimiento de un péndulo, son ejemplos de movimientos periódicos. Por lo tanto:

Movimiento periódico es el que se repite con las mismas características en el mismo intervalo de tiempo.

- Presentar algunos ejemplos de movimientos periódicos.

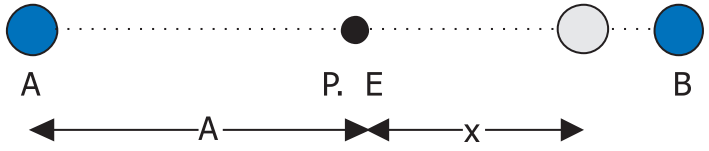
Movimiento armónico simple

El movimiento de una masa que oscila unida a un resorte, el movimiento de un columpio o de un péndulo; son ejemplos de movimientos oscilatorios o vibratorios.

Si la fuerza que produce y mantiene estos movimientos es directamente proporcional al desplazamiento, tenemos un movimiento armónico simple, que es un movimiento periódico.

Elementos del movimiento armónico simple

Suponga que el cuerpo de la figura, realiza un movimiento armónico simple, oscilando entre los puntos A y B.



- El punto medio entre A y B, corresponde a la posición de equilibrio del cuerpo (P. E.)
- El movimiento que realiza el cuerpo para ir de A a B y regresar se denomina oscilación.
- Los puntos A y B se llamarán extremos o posiciones de retorno.
- El tiempo empleado por el cuerpo para realizar una oscilación, se denomina período (T).
- El número de oscilaciones en la unidad de tiempo es la frecuencia (f).

$$T = \frac{n}{t}$$

$$f = \frac{t}{n}$$

n: número de oscilaciones.
T: tiempo.

$T = \frac{1}{f}$ y $f = \frac{1}{T}$ ¿Por qué?

La frecuencia se expresa en:
Oscilaciones/seg (Osc/seg) ó
Vibraciones/seg (Vib/seg) ó
Seg^{-1} ó Hertz (Hz)

El período se expresa en seg.

- La distancia entre la posición de equilibrio y el punto A o el punto B, se denomina amplitud (A).
- La distancia entre la posición de equilibrio y otra posición del cuerpo, se denomina elongación (x).

Ecuaciones del movimiento armónico simple

Determinemos las expresiones matemáticas que nos permiten hallar la elongación, la velocidad y la aceleración, después de un tiempo t, de un cuerpo que realiza un movimiento armónico simple.

Para esto tenga en cuenta la siguiente definición:

El movimiento armónico simple corresponde a la proyección de un movimiento circular uniforme sobre una recta (horizontal o vertical) Ver la figura.

ELONGACION (x)	VELOCIDAD (V)	ACELERACIÓN (a)
$Cos\alpha = \frac{x}{A}$	$Sen\alpha = -\frac{V}{V_L}$	$Cos\alpha = -\frac{a}{a_c}$
$x = ACos\alpha$	$V = -V_L Sen\alpha$	$a = -a_c Cos\alpha$
como $\alpha = \varpi t$	como $V_L = \varpi A$ y $\alpha = \varpi t$	como $a_c = \varpi^2 A$ y $\alpha = \varpi t$
$x = ACos\varpi t$	$V = -\varpi ASen\varpi t$	$a = -\varpi^2 ACos\varpi t$
		$a = -\varpi^2 x$

El signo negativo para la velocidad y la aceleración, indica el sentido de dichos vectores.

En los puntos de retorno 0° o 180° tenemos para la velocidad y la aceleración:

$$V = -\varpi ASen0^0 = -\varpi ASen180^0 = 0$$

$$a = -\varpi^2 ACos0^0 = -\varpi^2 A \qquad a = -\varpi^2 ACos180^0 = \varpi^2 A$$

En los puntos de retorno , la velocidad del cuerpo es nula y la aceleración es máxima, su valor numérico (valor absoluto) es:

$$a_{max} = \varpi^2 A$$

En la posición de equilibrio 90° o 270°, encontramos para la velocidad y la aceleración:

$$V = -\varpi A Sen 90^0 = -\varpi A \text{ o } V = -\varpi A Sen 270^0 = \varpi A$$
$$a = -\varpi^2 A Cos 90^0 = -\varpi^2 A Cos 270^0 = 0$$

En la posición de equilibrio , la aceleración del cuerpo es cero y la velocidad es máxima, su valor numérico es:

$$V_{max} = \varpi A$$

Supongamos una masa m que oscila suspendida de un resorte de constante de elasticidad k y que realiza un movimiento armónico simple.

La fuerza restauradora o recuperadora del resorte es:

Sabemos que la aceleración de la masa es:

$$F = -kx$$

De acuerdo a la segunda ley de Newton:

$$a = -\varpi^2 x$$

Entonces: $ma = -kx$

$$a = -\frac{kx}{m}$$

$$-\varpi^2 x = -\frac{kx}{m}$$

$$\varpi^2 = \frac{k}{m} \qquad \text{Luego} \qquad \varpi = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Como $\varpi = \frac{2\pi}{T}$ entonces, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

Fórmula para hallar el período de una masa que oscila suspendida de un resorte con movimiento armónico simple.

Energía en el movimiento armónico simple

Recordemos que la energía mecánica que posee un cuerpo es la suma de las energías cinética y potencial. Revisar estos conceptos estudiados en el curso anterior.

ENERGÍA CINÉTICA

$$E_c = \frac{1}{2} mV^2$$

$$E_c = \frac{1}{2} mw^2 A^2 Sen^2 wt$$

como $w^2 = \frac{k}{m}$ entonces

$$E_c = \frac{1}{2} kA^2 Sen^2 wt$$

ENERGÍA POTENCIAL

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

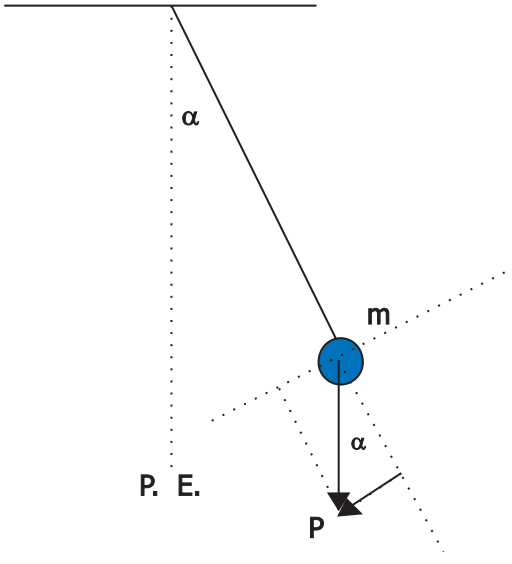
$$E_p = \frac{1}{2} kA^2 Cos^2 wt$$

ENERGÍA MECANICA TOTAL

$$E_m = E_c + E_p$$

$E_m = \frac{1}{2} kA^2$ ¿Por qué?

Movimiento pendular



Péndulo Simple: está constituido por una masa suspendida de un hilo de longitud L que puede oscilar a uno y otro lado de su posición de equilibrio. El movimiento pendular es aproximadamente un movimiento armónico simple.

Periodo de Oscilación de un Péndulo (T): la fuerza que produce el movimiento pendular es la componente del peso en dirección del eje X, tenemos:

$F = P_x$

$F = PSen\alpha$ donde $F = ma$; $P = mg$; $Sen\alpha = \frac{x}{L}$ entonces

$ma = mg\frac{x}{L}$

$mw^2x = mg\frac{x}{L}$

$w^2 = \frac{g}{L}$ como $w = \frac{2\pi}{T}$; obtenemos:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

donde L es longitud del péndulo y g es aceleración de la gravedad.

Leyes del movimiento pendular

Con base en la fórmula anterior podemos expresar las siguientes leyes:

- El período de oscilación de un péndulo es:
  - » Independiente de la masa. ¿Por qué?
  - » Directamente proporcional a la raíz cuadrada de la longitud. ¿Por qué?

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$$

- Inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la aceleración de la gravedad, ¿por qué?

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}}$$

- Es independiente de la amplitud siempre y cuando no exceda los 5°. Explicar.

Movimiento ondulatorio

Los fenómenos ondulatorios son parte fundamental de nuestra vida. Cuando lanzamos una piedra al agua vemos que se forma una onda que se va alejando del punto donde impacta la piedra. Los sonidos son ondas que se propagan a través de un determinado medio, por ejemplo, el aire. Actualmente nos enteramos rápidamente de los hechos que ocurren en cualquier parte del mundo, gracias a la propagación de cierta clase de ondas: las ondas de radio o televisión.

Onda

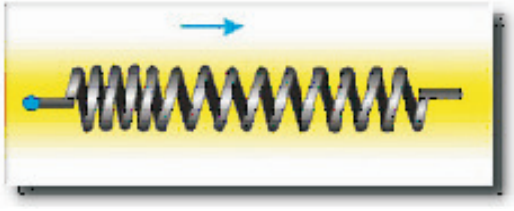
Es una perturbación que se propaga en el vacío o a través de un medio elástico; las ondas no transportan materia solo transportan energía. Este hecho lo puede verificar si coloca un corcho en un recipiente con agua y produce un movimiento ondulatorio a cierta distancia de él. Observará un movimiento oscilatorio o vibratorio del corcho pero no se trasladará con la onda.

Clasificación de las ondas

- Según el medio de propagación:
  - » Ondas Mecánicas: son las que necesitan de un medio para propagarse, ejemplos: las ondas en el agua y el sonido.
  - » Ondas Electromagnéticas: las que no requieren de un medio para propagarse, ejemplo: las ondas de radio.
- Según las dimensiones en que se propagan:
  - » Ondas Unidimensionales: las que se propagan en una dirección. Ejemplo: Las ondas en una cuerda.
  - » Ondas Bidimensionales: se propagan en un plano. Las ondas en el agua.
  - » Ondas Tridimensionales: se propagan en el espacio. Ejemplo: el sonido.

- Según la dirección de propagación:

  » Ondas Longitudinales: cuando las partículas del medio vibran en la misma dirección en la que se propaga la onda. Ejemplo: el sonido.



Cuando las espiras del resorte vibran, producen una onda que se propaga en la misma dirección en la que vibran las espiras.

  » Ondas Transversales: cuando las partículas del medio vibran perpendicularmente (ángulo de 90°) a la dirección de propagación de la onda, ejemplo: ondas en el agua.

La cuerda vibra perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda.

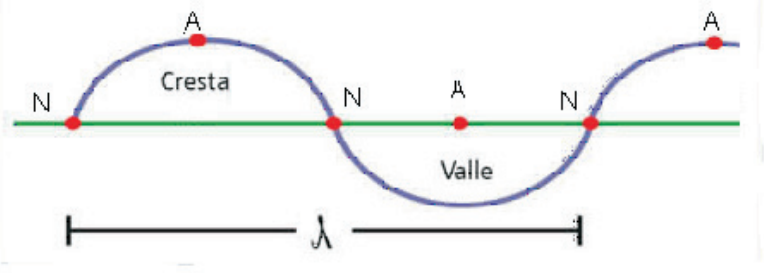
- Según el número de oscilaciones:

  » Pulso: cuando cada una de las partículas del medio realiza una sola oscilación con movimiento armónico simple y luego permanecen en reposo. Ejemplo: si atamos una cuerda en uno de sus extremos y sujetamos el otro extremo con la mano realizando una oscilación vertical, producimos un pulso que se transmite a través de la cuerda.

  » Onda Periódica: cuando las partículas del medio vibran con movimiento periódico debido a que la fuente que genera la onda vibra continuamente. Si la fuente tiene movimiento armónico simple, decimos que la onda es armónica.

Ejemplo: si en el caso de la cuerda del ejemplo anterior, realizamos varias oscilaciones periódicas, tendremos una onda periódica.

Elementos de las ondas



- Nodos: puntos del medio que no oscilan.
- Crestas: parte superior de las ondas.
- Valles: parte inferior de las ondas.
- Amplitud: distancia entre la posición de equilibrio de las partículas del medio y los puntos de máxima vibración.
- Periodo (T): es el tiempo empleado por cada una de las partículas del medio para realizar una oscilación.
- Frecuencia (f): es el número de oscilaciones en la unidad de tiempo.

PERIODO:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{w}$$ se expresa en seg.

FRECUENCIA:

$$f = \frac{n}{t} = \frac{1}{T}$$ Se expresa en Hz o seg^{-1}

- Longitud de Onda (l): distancia recorrida por la onda en un período. Se expresa en unidades de longitud.

Velocidad de propagación de una onda

La velocidad con la cual se propaga una onda se determina por:

$V = \frac{x}{t}$ donde x es la distancia recorrida y t el tiempo empleado.

Si consideramos una longitud de onda (l) que se recorre en un período (T), tenemos:

$$V = \frac{\lambda}{T} \text{ o } V = \lambda f$$

En una cuerda, sometida a una tensión T, la velocidad con la cual se propaga una onda es directamente proporcional a la raíz cuadrada de la tensión e inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa por unidad de longitud (m). Esto es:

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

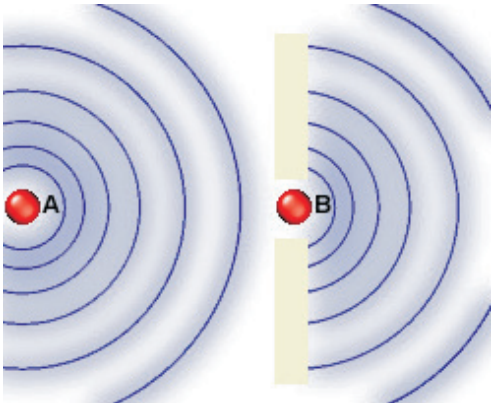
Donde T es la tensión expresada en N, din, kgf o grf.

$$\mu = \frac{m}{L}$$

dondem es la masa y L la longitud.

Fenómenos ondulatorios

- Principio de Huygens: todo punto de un medio a donde llega un movimiento ondulatorio, se convierte en un nuevo centro de vibración dando lugar a un nuevo tren de ondas a su alrededor.



- Superposición de Ondas: cuando chocan dos ondas, modifican momentáneamente su forma, pero cuando pasan, adquieren nuevamente su forma inicial continuando su viaje. Este es un fenómeno que solo tienen las ondas.

- Reflexión: fenómeno que ocurre cuando una onda choca con un obstáculo que encuentra en su camino de propagación produciendo un cambio de dirección. El eco es la reflexión del sonido.

- Refracción: fenómeno que ocurre cuando una onda cambia de medio de propagación. Se presenta un cambio de la velocidad y la dirección de la onda.

Cuando se introduce un lápiz en un vaso con agua vemos el lápiz partido debido a la refracción de la luz.

- Difracción: este fenómeno se presenta cuando la onda pasa a través de un orificio de menor tamaño que la longitud de onda o pasa cerca de un obstáculo. La onda se curva al pasar por el orificio y bordea el obstáculo. Cuando hablamos, una persona que se encuentra, por ejemplo, detrás de la puerta escucha nuestra conversación ya que el sonido se difracta.

- Interferencia: cuando a un punto de un medio llegan dos o más ondas. La amplitud de la onda en dicho punto es la suma algebraica de las amplitudes de las ondas incidentes.

- Polarización: este fenómeno es posible solo en las ondas transversales. Consiste en reducir los planos de vibración de una onda a uno solo. Las farolas de las luces de los carros, polarizan la luz.

Taller

- Hallar las fórmulas para la elongación, la velocidad y la aceleración del movimiento armónico simple cuando la proyección del movimiento circular uniforme se hace sobre un eje vertical.

- Calcular la elongación, la velocidad y la aceleración de un cuerpo que realiza un movimiento armónico simple de amplitud 20 cm y período 2 seg, cuando han transcurrido: 0,5 seg., 0,8 seg., 1 seg. y 1,5 seg.

- Hallar la velocidad máxima y la aceleración máxima de un cuerpo que realiza un movimiento armónico simple de 10 cm de amplitud y 5 seg de período.

- Un cuerpo realiza un movimiento armónico simple dado por, la distancia se expresa en cm y el tiempo en seg. Hallar la amplitud, la velocidad angular, el período y la frecuencia del movimiento. ¿Cuál es la elongación al cabo de 1 seg?

- Una masa de 10 kg, oscila suspendida de un resorte constante de elasticidad 2 N/m, con movimiento armónico simple. ¿Cuál es su período de oscilación?

- Un cuerpo de 2 kg de masa, realiza un movimiento armónico simple de amplitud 0,5 m y velocidad angular de 5 rad/seg. Calcular:

  - » Las energías cinética y potencial que posee el cuerpo, cuando se encuentra en la posición de equilibrio.

  - » Las energías cinética y potencial del cuerpo, cuando se encuentra en una de los puntos de retorno.

  - » La energía total.

- Al trasladar un reloj de péndulo del Ecuador al Polo Norte, ¿se altera su período? Explicar.

- Calcular el período de oscilación de un péndulo que tiene una longitud de 0,5 m.

  » En el Ecuador (g= 9,78 m/seg2)

  » En los Polos (g= 9,81 m/seg2).

- ¿Cuál debe ser la longitud de un péndulo para que su período sea de 1seg., en un lugar de la Tierra en donde la aceleración de la gravedad es de 9,8 m/seg2?

- Un péndulo simple de 1 m de longitud tiene un período de 2 seg; si la longitud de este péndulo se aumenta hasta alcanzar una longitud total de 2m, ¿cuál es la nueva frecuencia?

- Un péndulo de 20cm. de longitud tiene un período de 0,4 seg. ¿Se deberá acortar o alargar y cuánto para que su nuevo período sea de 0,8 seg?

- Hallar el valor de la aceleración de la gravedad en un lugar en donde un péndulo de 1,50 m. de longitud realiza 100 oscilaciones en 4 min y 6 seg.

- Determinar la aceleración de la gravedad en el lugar donde usted vive.

Para determinar el valor de la aceleración de la gravedad, construir un péndulo y realizar las siguientes actividades (tener en cuenta las dificultades al efectuar mediciones, tratadas en el curso anterior).

» Con una longitud de 1 m, hacer oscilar el péndulo y determinar el tiempo que emplea en 20 oscilaciones. Repetir tres veces y registrar sus datos en la tabla de datos.

» Repetir el anterior procedimiento para longitudes de 0,9 m, 0,8 m y 0,7 m y escribir sus resultados en la tabla de datos.

LONGITUD (m.)	NÚMERO DE OSCILACIONES	Tiempo (seg.)				T (seg.)
		1	2	3	PROMEDIO	
1,0	20					
0,9	20					
0,8	20					
0,7	20					

» Con los datos de la tabla anterior y utilizando la expresión $T=\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ determinar el valor de la aceleración de la gravedad en cada caso y registrar los valores en la siguiente tabla:

L. (m)	T (seg.)	g (m/seg.)
Promedio		

Escribir sus conclusiones

- Probar que en la expresión $V=\sqrt{\frac{T}{\mu}}$ se obtienen unidades de velocidad.
- Si una fuente puntual produce ondas en el agua con una frecuencia de 25 Hz y longitud de onda de 2,5 cm, ¿Cuál es la velocidad de propagación de las ondas?
- En una cuerda de 2 kg de masa y 50 m de longitud, sometida a una fuerza de tensión de 100 N, se produce una onda de 2,5 m de longitud de onda. Hallar la velocidad de propagación de la onda, su frecuencia y su período.
- En un recipiente ancho que contenga agua, por ejemplo un tanque o una cubeta de ondas del laboratorio de física, producir ondas y observar los fenómenos de reflexión, refracción, difracción, interferencia y el principio de Huygens. Registrar sus observaciones.

Acústica

Parte de la física que estudia el sonido. De acuerdo a lo ya planteado, el sonido es una onda mecánica y longitudinal. Por ser onda mecánica, no se propaga en el vacío y por ser longitudinal, no se puede polarizar.

Si en el Sol se presentara una fuerte explosión, ¿será posible que escuchemos el ruido producido? ¿Por qué?

Velocidad del sonido

La velocidad del sonido se puede hallar conociendo la distancia recorrida y el tiempo empleado en recorrerla. La velocidad del sonido, como la de cualquier onda depende de la densidad y la elasticidad del medio en el cual se propaga. Por lo tanto, los medios más elásticos permiten una mayor velocidad mientras los medios más densos disminuyen la velocidad.

Teniendo en cuenta que la temperatura influye sobre la densidad y la elasticidad del medio, se ha verificado experimentalmente que la velocidad del sonido en el aire varía 0,6 m/seg por cada grado centígrado. En consecuencia, podemos calcular la velocidad del sonido en el aire con la expresión:

$$V = V_0 + 0{,}6\frac{m}{seg \cdot {}^{0}C}T$$

Donde V_0 = 331,7 m/seg, es la velocidad del sonido en el aire a 0 °C. y T es la temperatura.

Cualidades del sonido

Son características que nos permiten distinguir los sonidos. Estas cualidades son: la intensidad, el tono o altura y el timbre.

- ·Intensidad: nos permite diferenciar sonidos fuertes de sonidos débiles; también nos permite establecer que tan cerca se encuentra la fuente sonora. Depende de la amplitud de la onda sonora y de la distancia entre el observador y la fuente.

La intensidad es la potencia sonora que pasa a través de la unidad de superficie, perpendicular a la dirección de propagación:

$$I = \frac{P}{A}$$

Donde P es la potencia medida en vatios y A es el área en m^2 o cm^2.

Si tenemos una fuente sonora puntual, obtenemos ondas esféricas de tal manera que a la distancia r tenemos una intensidad dada por:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

Donde $4\pi r^2$ es el área de una esfera.

La intensidad sonora mínima percibida por el oído humano es de 10^{-12} W/m^2 o 10^{-16} W/cm^2.

El nivel de intensidad que percibe el oído humano depende de la intensidad del sonido y se halla con la expresión:

$$B = 10 Log \frac{I}{I_0}$$

El nivel de intensidad se expresa en Decibeles (dB).

$$I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2} = 10^{-16} \frac{W}{cm^2}$$

En la siguiente tabla se muestran los niveles de intensidad de algunos sonidos:

SONIDO	NIVEL DE INTENSIDAD (dB)
Umbral de audición	0
Conversación normal	60
Susurro de las hojas	10
Calle muy transitada	80
Motor pequeño	40
	120

- Tono o Altura: es la cualidad del sonido que permite diferenciar sonidos altos o agudos de sonidos bajos o graves. El tono depende de la frecuen-

cia del sonido. A mayor frecuencia, el sonido es más agudo o alto. Generalmente la voz del hombre es grave y la voz de la mujer es aguda.

- Timbre: por medio de esta cualidad podemos distinguir la fuente que emite el sonido. Distinguimos a las personas por el timbre de su voz. Los instrumentos musicales se distinguen por el timbre de los sonidos que emiten.

El efecto Doppler

Hace referencia al cambio aparente de la frecuencia de un sonido debido al movimiento relativo de la fuente y el oyente.

Tengamos en cuenta las siguientes convenciones para el estudio de este fenómeno:

f:	Frecuencia propia del sonido emitido por la fuente.
f_p:	Frecuencia percibida por el oyente u observador.
V_S:	Velocidad del sonido.
V_O:	Velocidad del observador.
V_f:	Velocidad de la fuente.

La experiencia muestra que si una fuente sonora se acerca a un observador que se encuentra en reposo, este percibirá un sonido de mayor frecuencia, debido a que la longitud de onda del sonido disminuye. Por lo tanto tenemos:

$\lambda_p = \lambda - \lambda'$ donde λ' es la disminución de longitud de onda que equivale a $\frac{V_f}{f}$ y λ es la longitud de onda del sonido emitido: $\frac{V_s}{f}$.

Por lo tanto $\lambda_p = \frac{V_s - V_f}{f}$ y la frecuencia percibida por el observador es:

$$f_p = \frac{V_s}{\lambda_p}$$

$$f_p = f\left(\frac{V_s}{V_s - V_f}\right)$$

Si la fuente se aleja del observador, el sonido percibido es de mayor frecuencia por el incremento en la longitud de onda. En consecuencia, la frecuencia del sonido percibido está determinada por:

$$f_p = f\left(\frac{V_s}{V_s + V_f}\right)$$ ¿Por qué?

Si la fuente permanece en reposo y el observador va al encuentro de la onda, esto es, se acerca a la fuente, percibirá un incremento en la frecuencia original. Por lo tanto:

$f_p = f + f'$ donde $f = \frac{V_s}{\lambda}$ y $f' = \frac{V_o}{\lambda}$. En consecuencia

$$f_p = \frac{V_s + V_o}{\lambda}$$

como $\lambda = \frac{V_s}{f}$ entonces: $f_p = f\left(\frac{V_s + V_o}{V_s}\right)$

Si el observador se aleja de la fuente que se encuentra en reposo, la frecuencia percibida disminuye. Por lo tanto obtenemos:

$$f_p = f\left(\frac{V_s - V_o}{V_s}\right)$$ ¿Por qué?

Generalizando las anteriores expresiones, podemos escribir:

$$f_p = f\left(\frac{V_s \pm V_o}{V_s \mp V_f}\right)$$

Si el observador y/o la fuente se acercan utilizamos (+) en el numerador y (-) en el denominador.

Si el observador y/o la fuente se alejan utilizamos (-) en el numerador y (+) en el denominador.

Taller

- Hallar la longitud de onda de un sonido que se propaga en el aire con frecuencia de 150 Hz si la temperatura es de 18°C.

- Se escucha un trueno 5 seg después de verse el relámpago. ¿A qué distancia cayó el rayo si la velocidad del sonido es de 340 m/seg?

- Calcular la velocidad con la cual se propaga el sonido en el lugar en donde usted vive. Tener en cuenta la temperatura promedio de su región.

- ¿Qué ocurre con la velocidad del sonido en el aire a medida que la temperatura aumenta?

- La longitud de onda del sonido de menor frecuencia que los humanos podemos escuchar es de aproximadamente 17 m. ¿Cuál es la frecuencia si la velocidad del sonido es de 340 m/seg?

- Si el ser humano distingue sonidos que llegan al oído con una diferencia de tiempo superior a los 0,1 seg. ¿A qué distancia mínima se debe encontrar un obstáculo para poder escuchar el eco de su voz? La velocidad del sonido es de 340 m/seg.

- Calcular el nivel de intensidad de un sonido cuya intensidad es de 10-6 W/m2.

- Una fuente sonora puntual emite sonidos de 2 x 10-4 W de potencia. ¿Cuál es la intensidad del sonido a una distancia de 12 m? ¿Cuál es el nivel de intensidad a esta distancia?

- Dos personas discuten, inicialmente con un nivel de intensidad de 65 dB. Si llegan a gritarse con un nivel de intensidad de 85 dB, ¿cuántas veces aumentó la intensidad del sonido?

- La frecuencia del sonido emitido por una sirena es de 250 Hz. Si un observador se mueve con velocidad de 10 m/seg, calcular la frecuencia que percibe, en los siguientes casos:

  » El observador se acerca a la sirena.

  » El observador se aleja de la sirena.

  » La velocidad del sonido es de 340 m/seg.

- Una fuente produce sonidos de frecuencia 200 Hz y se mueve con velocidad de 72 km/h. Teniendo en cuenta que la temperatura del lugar es de 25 °C, calcular la frecuencia percibida por un observador en reposo si:

  » La fuente se acerca al observador.

  » La fuente se aleja del observador.

- Un tractor produce sonidos de frecuencia 150 vib/seg y marcha con velocidad de 36 km/h. Si un observador se mueve con velocidad de 5 m/seg, calcular la frecuencia percibida si:

  » La fuente y el observador se acercan.

  » La fuente y el observador se alejan.

  » La velocidad del sonido es de 340 m/seg.

- ¿Con qué velocidad se debe acercar una persona a una fuente en reposo que emite sonidos de 300 vib/seg para escuchar los sonidos con frecuencia de 360 vib/seg? La velocidad del sonido es de 340 m/seg.

- **Realizar la siguiente lectura:**

Si estás parado en una esquina y oyes la sirena de un camión de bomberos, casi con seguridad puedes cerrar los ojos y decir, aproximadamente, donde se encuentra, en qué dirección se mueve y cuán rápido va. Tus oídos te lo dirán.

Para obtener la misma clase de información los murciélagos no escuchan solamente los sonidos que hacen otras cosas. Ellos producen sus propios sonidos, de tonos tan altos que un ser humano no puede oírlos. Captando los ecos que regresan, el murciélago puede saber la distancia, velocidad, forma, ruta, tamaño y hasta la textura de un objeto no más grueso que un cabello.

Los sonidos de los murciélagos se llaman ultrasonidos. Los delfines usan el ultrasonido para navegar. Los marinos usan el ultrasonido, producido por aparatos, para examinar el fondo del mar. Los médicos lo usan para descubrir problemas dentro del organismo de los pacientes.

Tomado de "La física es diversión" de la National Geographic Society.

- **Registrar sus comentarios sobre la lectura.**

Ejercicio de seguimiento de los aprendizajes en el campo de formación

Como complemento al trabajo realizado hasta ahora se propone el siguiente análisis evaluativo, al mismo tiempo que observa en qué medida está funcionando su autonomía del aprendizaje.

Llene el siguiente formato paso a paso y no todo al final del momento.

ANTES	YO SE….	ME PREGUNTO…..	ME ANTICIPO….
DURANTE	**RESUMO…..**	**RESPONDO…..**	**VERIFICO……**
DESPUES	**APRENDI…..**	**TENGO DUDAS…..**	**REPLANTEO…..**

MOMENTO TRES:

Desarrollemos pensamiento productivo

1. Estrategia: Ejecutemos el Proyecto de Inversión Productivo -PIP- y desarrollemos la Organización de Inversión Productiva

Lectura: Los hilos invisibles que nos mantienen unidos

El lenguaje de las Matemáticas de Keith Devlin.

En nuestros días, no nos sorprende mantener una conversación telefónica con alguien que está en el otro lado del mundo, o contemplar en vivo las imágenes de televisión de un acontecimiento que tiene lugar a muchos kilómetros (quizá miles de kilómetros) de distancia, o escuchar por la radio la música que alguien toca en un estudio en la otra parte de la ciudad. Como habitantes del planeta Tierra, nos hallamos más cercanos gracias a nuestras modernas

técnicas de comunicación, las cuales nos permiten transmitir información sobre grandes distancias por medio de "ondas" invisibles llamadas ondas de radio o, más técnicamente, ondas electromagnéticas (la razón de las comillas de la palabra "ondas" se aclarará en su momento).

De hecho, el rápido crecimiento de las técnicas de comunicación de soporte electromagnético a lo largo de los pasados treinta años señala casi con seguridad un cuarto cambio principal en la naturaleza del modo de vida humano. Nuestra adquisición del lenguaje hará algunos cientos de miles de años, ocasionó el primero de tales saltos principales, permitiendo a nuestros antepasados intercambiar grandes cantidades de información de persona a persona y de una generación a otra.

Con el invento del lenguaje escrito hará 7.000 años, la humanidad fue capaz de crear registros relativamente permanentes de información, permitiendo a la gente utilizar materiales escritos como medio de comunicación, en ocasiones salvando grandes distancias y a lo largo de extensos períodos de tiempo.

La invención de la imprenta en el siglo XVI proporcionó los medios para que una persona emitiera información simultáneamente a un gran número de semejantes.

Cada uno de tales desarrollos sirvió para unir socialmente a las personas y les permitió colaborar en proyectos cada vez más extensos.

Finalmente, con la introducción del teléfono, la radio, la televisión y las formas más recientes de comunicación eléctrica, nuestra sociedad humana parece estar transformándose rápidamente en otra en la cual mucha gente puede coordinar sus actividades hasta el punto de que está surgiendo una genuina inteligencia colectiva. Por elegir solamente un ejemplo, sin la capacidad para unir a muchos miles de personas en un único equipo trabajando al unísono, no hubiera sido posible enviar a un hombre a la Luna y traerlo vivo de regreso.

La vida moderna está literalmente sujeta por las invisibles ondas electromagnéticas que pasan a nuestro alrededor "y a través de nosotros" todo el tiempo. Sabemos que esas ondas están ahí (o al menos que algo está ahí) porque vemos sus efectos y hacemos uso de ellos. Pero ¿qué son exactamente? Y ¿cómo somos capaces de utilizarlas con tanta precisión y para producir efectos tan grandes?

Carecemos de respuesta a la primera pregunta. Al igual que sucede con la gravedad, no sabemos realmente lo que es la radiación electromagnética. Pero no hay duda acerca de lo que nos permite hacer un uso efectivo de las mismas: las matemáticas.

Son las matemáticas lo que nos permite "ver" las ondas electromagnéticas, crearlas, controlarlas y emplearlas. Las matemáticas proporcionan la única descripción que tenemos de las ondas electromagnéticas. En realidad, y hasta donde sabemos, son ondas solamente en el sentido de que las matemáticas las tratan como tales. En otras palabras, las matemáticas que utilizamos para tratar el fenómeno que llamamos radiación electromagnética es una teoría

del movimiento ondulatorio. Nuestra única justificación para el uso de esas matemáticas es que funcionan. Si el fenómeno real consiste verdaderamente en ondas en cierto medio es algo que no se sabe. Lo que sugiere la evidencia es que la imagen ondulatoria es al menos una visión aproximada del fenómeno que podríamos no ser capaces de comprender nunca del todo.

Dada la ubicuidad de las tecnologías actuales de las comunicaciones, es difícil apreciar que la comprensión científica sobre la que se basan tiene menos de 150 años de antigüedad. La primera señal de radio fue enviada y recibida en 1887. La ciencia de la que depende había sido descubierta veinticinco años antes.

Lectura: La Entropía

Mauricio Bautista Ballén, Myriam Stella Fernández Rincón, Sandra Genoveva Castiblanco García y Juan Pablo Valenzuela Tovar. Física 1. Editorial Santillana.

Cuando hablamos de consumo de energía no estamos indicando que esta disminuye, sino que tras cada transformación energética, la energía obtenida es cada vez menos apta para ser utilizada a través de posteriores transformaciones.

Es decir, que la energía se degrada, aunque cuantitativamente tenga el mismo valor antes y después de una transformación.

Es decir, la energía se conserva cuantitativamente (su valor numérico es el mismo antes y después de que haya ocurrido una transformación energética), pero no se conserva cualitativamente, es decir que en cada transformación pierde calidad para ser utilizada.

La explicación de este hecho se encuentra en la segunda ley de la termodinámica, que nos dice que cada vez que la energía pasa de una forma a otra, se produce una disminución de la cantidad de energía disponible para realizar trabajo. A esta disminución de la energía disponible se le relaciona con el término llamado entropía. Es decir, que la entropía es una cantidad de energía que no es susceptible de ser utilizada para realizar trabajo.

El término entropía fue introducido en 1868 por el físico alemán Rudolf Clausius como una medida relacionada con la transformación de energía desde una forma disponible a otra inaccesible. En 1878, el físico alemán Ludwig Boltzmann la definió como la medida del desorden del universo. De esta manera, la interpretó como la medida del número de estados microscópicos asociados con un estado particular de un sistema. Cuantos más estados microscópicos sean posibles, menos información tenemos del sistema, ya que este puede estar en cualquiera de dichos estados. La entropía se interpreta como falta de información microscópica o como desorden molecular: en estos términos se puede enunciar la segunda ley de la termodinámica de la siguiente manera:

La entropía de un sistema aislado aumenta con el tiempo o en el mejor de los casos permanece constante, mientras que la entropía del universo como un todo crece inexorablemente hacia un máximo.

La primera ley de la termodinámica asegura que existe una función de estado, la energía interna U, que debe permanecer constante en un sistema aislado. Sin embargo, muchos procesos, que satisfacen esta condición son imposibles, como la transferencia de calor de un cuerpo frío a otro caliente. Como consecuencia de la segunda ley, es posible distinguir entre todos los cambios para que la energía se conserve: aquellos en los que la entropía crece son espontáneos, mientras que si la entropía disminuye, se trata de un proceso que no sucede espontáneamente.

Para un sistema no aislado, su entropía puede aumentar, permanecer constante o disminuir. Sin embargo, el cambio de entropía total, es decir teniendo en cuenta el cambio de entropía del sistema y el del ambiente externo, debe ser positivo para todo proceso espontáneo. Esto debe ser así ya que el conjunto integrado por el sistema más el ambiente es un sistema aislado, al cual se le puede aplicar la segunda ley de la termodinámica.

Los postulados de la segunda ley han dado pie para una serie de hipótesis y especulaciones dentro de otras áreas del conocimiento. Así, en biología, el surgimiento de la vida implica un proceso en el cual la entropía del sistema aumenta. Así mismo, la evolución de las especies supone un aumento de la complejidad de los organismos, contrario a lo que predice la segunda ley.

Lectura: Resumen histórico sobre la ciencia de la electricidad

Argos Enciclopedia Temática. Tomo 8. Las Leyes de la Naturaleza.

Desde la más remota antigüedad, los griegos (Tales, en el siglo VI a de J. C.) habían comprobado que el ámbar amarillo (resina fósil procedente de ciertas coníferas; no confundirlo con el ámbar gris, concreción intestinal del cachalote, que entra en la composición de perfumes) poseía unas propiedades características: al frotarse, el ámbar es capaz de atraer cuerpos ligeros. "Ámbar amarillo" se dice en griego electrón, de donde electrum en latín clásico y, en latín científico del siglo XVII: electricistas.

La historia de la electricidad comprende diversos períodos bien distintos. En el siglo XVII y XVIII, los científicos estudiaron el efecto de la electrización en los cuerpos, a lo que se da el nombre de electrostática. El instrumento predilecto era la esfera de cobre situada en la punta de un mango aislante. Es la época de los trabajos de Gilbert, de Otto von Guericke, de Boyle, de Du Fay, etc. La ley fundamental de la electrostática del francés Charles de Coulomb (1785), significa la culminación de dos siglos de experimentos.

En el siglo XIX, las investigaciones se dirigieron a la corriente eléctrica. Su existencia era conocida en la época anterior por algunos experimentos famosos como el de la botella de Lei-

den, pero que no se sabrá producir hasta después de 1799, cuando el italiano Volta descubre el principio de la pila eléctrica que lleva su nombre. Dos nombres dominan la primera mitad del siglo XIX: los del inglés Faraday y del francés Ampére. El primero demuestra la identidad existente entre la electricidad estática y la electricidad voltaica, y describe, con una intuición genial, las interacciones entre los cuerpos imantados como el resultado de un estado de tensión del medio en el que estaban situados estos cuerpos (ideas que, más tarde, serán proseguidas por Maxwell).

Ampére, cuyos trabajos deben ser asociados a los de sus compatriotas Arago, Biot, Savart, etc., establece las leyes fundamentales de la acción de la corriente eléctrica y extrae de sus experimentos una teoría sobre el magnetismo de la materia. Al mismo tiempo, Ohm, Joule, Pouillet y kirchhoff enuncian las leyes de la corriente eléctrica, mientras que Gaus y Weber precisan los métodos de medidas, las unidades, etc.

A partir de 1835 – 1840, se entra en la fase de las teorías. Sobre las bases establecidas por Ampére, Poisson, Green, etc., los físicos de la segunda mitad del siglo XIX intentan construir una teoría de los fenómenos eléctricos y magnéticos, definitivamente ligados por experimentos como el Oersted (1819), que había servido de punto de partida a los trabajos de Ampére, y por el descubrimiento de la inducción realizado por Faraday en 1831. El nombre que domina este período es el de Maxwell, que encontró uno de los sistemas de ecuaciones más famosos de la física (las ecuaciones de Maxwell), que rigen todos los fenómenos eléctricos y magnéticos y sus interacciones. Estas ecuaciones "generalización matemática de las intuiciones geniales de Faraday" planteaban la existencia de ondas electromagnéticas que se propagan en el vacío con la velocidad de la luz.

Maxwell murió en 1879, sin ver justificada experimentalmente su teoría: en efecto, no fue hasta 1887-1888 que el alemán Heinrich Hertz confirmó la teoría de Maxwell por medio de una serie de experimentos famosos que comprobaban la existencia de ondas denominadas después ondas hertzianas. A partir de entonces, las ideas sobre la naturaleza de la electricidad se transformaron y se vinculan a los descubrimientos sobre los intercambios de energía entre las ondas y la materia: el efecto fotoeléctrico, el estudio de la descarga en los gases, el estudio de los rayos X, el descubrimiento por Becqerel y Curie de la radioactividad (1895-1896) abren un período nuevo: el del electrón.

La teoría del electrón la realizó el holandés Lorente; las corrientes eléctricas se deben a circulaciones de electrones. La relación entre los electrones, partículas de materia electrizadas, y las radiaciones electromagnéticas que los acompañan es comprendida por Plank (teoría de los cuantos) y por Einstein (teoría de los cuantos de luz o fotones en 1905). La unificación grandiosa de las teorías relativas a la energía, a la radiación y a la materia queda realizada por las grandes teorías del siglo XX: relatividad, mecánica cuántica y mecánica ondulatoria (de Broglie, Schrödinger, Heisenberg, Born), que explican la mayor parte de los fenómenos conocidos, en particular en el campo de la electricidad corpuscular, puesto que, a partir de los memorables experimentos de Becquerell y de Curie, se han descubierto numerosas partículas, electrizadas o no, que son estudiadas por la física moderna.

Después de realizadas la lectura se propone la siguiente organización para facilitar la comprensión de la misma, hacer comentarios, y generar más interrogantes.

LECTURA	IDEAS FUNDAMENTALES	COMENTARIOS	INTERROGANTES
Los hilos invisibles que nos mantienen unidos			
La Entropía			
Resumen histórico sobre la ciencia de la electricidad			

2. Propósitos

A. Competencias Laborales Generales

El pensamiento productivo busca desarrollar competencias intelectuales, interpersonales, liderazgo, manejo de conflictos, manejo de tecnología, manejo de recursos, orientación ética, trabajo en equipo, responsabilidad social y compromiso ciudadano, compromiso con la calidad, organizar el grupo y procesar la información recolectada de acuerdo con los parámetros y procedimientos técnicos.

B. Competencias de Química y Biología

- Identificar los cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente.
- Verificar los efectos de los cambios producidos por reacciones químicas.
- Relacionar la estructura del carbono con la formación de moléculas orgánicas.
- Relacionar grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

C. Competencias de Matemáticas

- Interpretar el de límite una función real y lo determina.
- Determinar límites de funciones usando las propiedades de los límites.
- Calcular el límite de una función utilizando la factorización y la racionalización
- Interpretar la derivada como la pendiente de una recta tangente a una curva y como la velocidad instantánea
- Identificar técnicas para calcular derivadas de funciones en variable real.

D. Competencias de Física

- Establecer relaciones entre fuerzas macroscópicas y fuerzas electrostáticas.
- Establecer relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético.
- Relacionar voltaje y corriente con los diferentes elementos de un circuito eléctrico complejo y para todo el sistema.

3. Conocimiento del campo científico natural y matemático para el desarrollo de los ciclos de aprendizaje

A. A nivel de Química y Biología

Ácidos Orgánicos

¿CONVIVIMOS CON ACIDOS ORGANICOS?

Los ácidos orgánicos son funciones oxigenadas, por presentar el grupo funcional –COOH, llamado carboxilo. Son sustancias de importancia fisiológica tanto en el ámbito animal como vegetal, por formar parte de las sustancias de interés metabólico como: el ácido có

lico, componente principal de la bilis, los ácidos oleico y linoleico, precursores de algunos lípidos. El caproico que interviene en la fatiga muscular y sudor después de ejercicio fuerte. Su aumento en los tejidos produce la fatiga. Los animales y plantas también los producen como en el caso de la hormiga y avispas al igual que la semilla de laurel.

La importancia del estudio de los ácidos también radica en la variedad de productos que de ellos se originan como esteres, halogenuros de acilo anhídridos ácidos y amidas. Estas últimas junto con aminas nitrilos son funciones nitrogenadas.

Las aplicaciones de los ácidos orgánicos son importantes en nuestro medio a nivel fisiológico, industrial y comercial; por lo tanto, se justifica su estudio para conocer esas relaciones con la naturaleza y su comportamiento químico.

El grupo carboxilo – ácidos y sus derivados

Se les llama también ácidos carboxílicos por poseer el grupo carbonoli el cual se localiza al extremo de la cadena en los acíclicos y unido al anillo en los cíclicos.

Algunos elementos de la serie también reciben el nombre de ácidos grasos por encontrarse en las grasas como el ácido butírico. Los ácidos grasos pueden contener más de un grupo carboxilo, ser saturados e insaturados, de cadena abierta y cerrada; además pueden contener otros grupos funcionales o no.

En general, todos los ácidos orgánicos, los más importantes son los de cadena recta y número par de carbonos.

Clasificación

- Según el número de grupos carboxilos: pueden ser mono, di, tri o policarboxílicos.

- Según la naturaleza de la cadena carbonada unida al grupo funcional: pueden ser ácidos alifáticos (R-COOH) o aromáticos (Ar-COOH)

HCOOH
Ácido metanoico

$CH_3—CH_2—COOH$
Ácido propanoico

Nomenclatura

Hay tres métodos para nombrar los ácidos orgánicos:

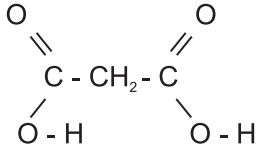
- La nomenclatura sistemática o de IUPAC, indica la presencia de esta función mediante la palabra ***ácido*** y el sufijo ***oico*** combinados con el nombre del alcano de igual número de átomos de carbono. La numeración de la cadena principal se inicia por grupo funcional ácido.

CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH
Ácido pentan**oico**

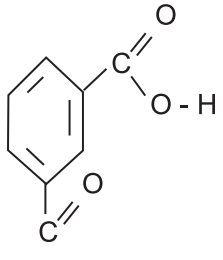
CH_{3}-$(CH_2)_8$-CH_3
Ácido decan**oico**

- Es costumbre generalizada nombrar los ácidos por su nombre vulgar, los cuales se derivan en su mayoría de productos naturales de donde pueden obtenerse: fórmico (hormiga); butírico, de butter (mantequilla).

- Para estructuras ramificadas se siguen las normas estudiadas en temas anteriores afines a este tópico. Se tiene en cuenta que la numeración comienza por el grupo carboxilo, la posición de los sustituyentes sé referencia el número de carbono con el cual se une a la cadena principal o con letras griegas.



Ácido malónico o propanodioico



Ácido isoftálico o 1,3 bencenodioico

De acuerdo a lo expuesto se concluye que los ácidos orgánicos se clasifican:

- Ácidos alifáticos y aromáticos
- Ácidos saturados y ácidos insaturados
- Ácidos monocarboxílicos y dicarboxilicos
- Ácidos de cadena normal y los ácidos grasos o cadena larga

Propiedades físicas de los ácidos

Al igual que las otras funciones oxigenadas las propiedades físicas de los ácidos orgánicos se relacionan con la estructura, la polaridad y el tamaño relativo de sus moléculas. Pueden formar puentes de hidrógeno.

En cuanto al estado físico, los ácidos alifáticos pequeños, hasta de nueve átomos de carbono son líquidos. Los de tamaño intermedio son de consistencia aceitosa y los mayores son sólidos cristalinos. Así mismo, los cuatro primeros ácidos, son miscibles con agua, el de cinco carbonos es parcialmente soluble y el resto son insolubles. Las ramificaciones de la cadena carbonada disminuyen la solubilidad del compuesto en agua. La mayoría de los ácidos son solubles en alcohol, debido a la afinidad que presentan entre las cadenas de hidrocarbonados de unos y otros.

Los ácidos no solubles en agua, lo son en solventes orgánicos, como éter alcohol, benceno, tetracioruro de carbono, entre otros solventes.

El tamaño de las moléculas también se relaciona con el sabor y el olor. Los ácidos de bajo peso molecular tienen fuertes olores irritantes, como el fórmico y el acético y marcadamente desagradables como el butírico, el valeriánico y el caproico. Los de alto peso molecular tienen muy poco olor debido a su bajo grado de volatilidad.

Los ácidos alifáticos saturados son líquidos hasta el de 9 carbonos, el resto son cristalinos. El punto de ebullición aumenta proporcionalmente con el peso molecular.

La acidez de los ácidos orgánicos se relaciona con la ruptura del enlace 0-H y posterior estabilización del ión resultante, llamado **ion carboxilato.**

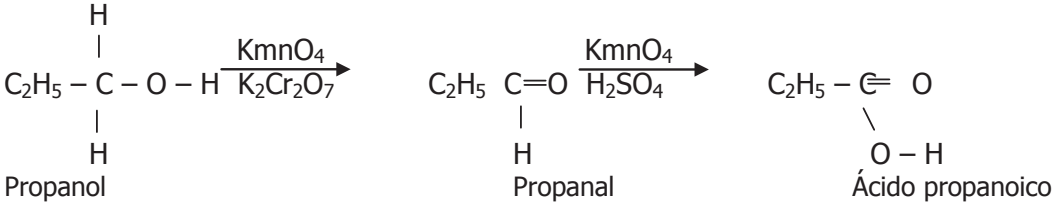
Obtención de los ácidos orgánicos

Industrialmente los ácidos menores se obtiene por procesos particulares variados, pero los superiores de la serie se obtienen a partir de las grasas y aceites animales y vegetales. Los ácidos aromáticos y dicarboxilicos, insaturados, se producen en la mayoría de forma sintética.

En el laboratorio se pueden obtener varios métodos, los principales de los cuales se exponen a continuación.

Por la Oxidación de Alcoholes Primarios

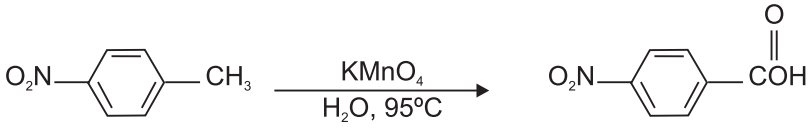
La oxidación de alcoholes primarios, aldehídos, bencenos sustituidos o algunos alquenos, da como resultado la obtención de un ácido orgánico.



Propanol Propanal Ácido propanoico

Por la Oxidación de un Alquilbenceno

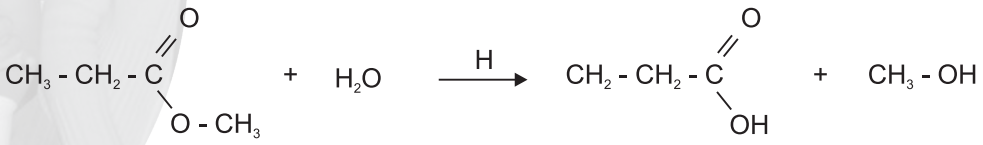
La oxidación del benceno sustituido y de algunos alquenos se realiza con $KMn0_4$ o con dicromato de sodio en medio ácido.



p-Nitrorolueno *Ácido-p-pnitrobenzoico*

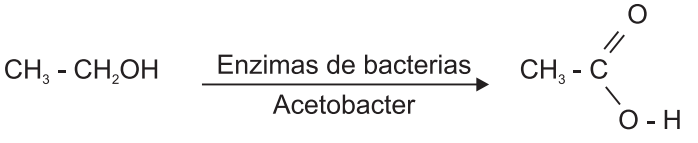
Por la Hidrólisis de los Ésteres

La hidrólisis de un Éster en medio ácido conduce a la formación de un ácido y un alcohol.



Ester *Ácido* *Alcohol*

A partir del alcohol etílico



Alcohol Etílico *Ácido acético*

Consultar otras reacciones:

- Por la Hidrólisis de un Nitrilo
- Por Carbonatación del Reactivo de Grignard
- Haluros de Acilo

Reacciones químicas

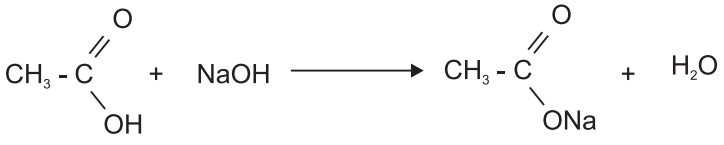
Las reacciones químicas de los ácidos se deben a la presencia del grupo carbonilo, este es el que sufre todas las reacciones, bien sea totalmente o por medio del hidrógeno, pero solo bajo el influjo del grupo carboxilo. La otra parte de

la molécula, es decir la alifática se comporta con las reacciones propias de su estructura.

Las principales reacciones químicas del grupo carboxilo son:

Formación de sales

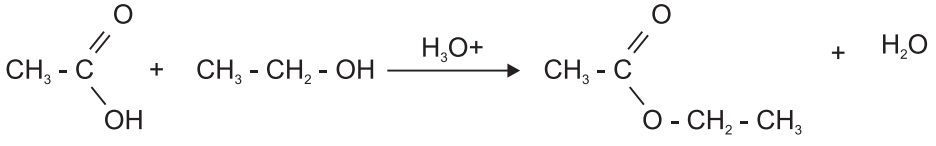
Aunque son ácidos débiles, racionan con las bases para formar la sal correspondiente, por sustitución del H del grupo carboxilo por un metal.



Ácido acético *Acetato de sodio*

La esterificación

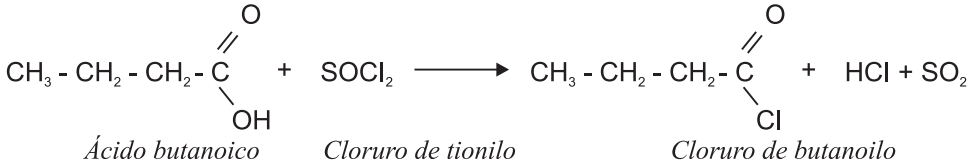
La reacción de un alcohol con un ácido carboxílico en presencia de un ácido mineral con HCl o H_2SO_4, conduce a la formación de un Éster más agua



Ácido acético *Acetato de etilo*

Preparación de haluros de acilo

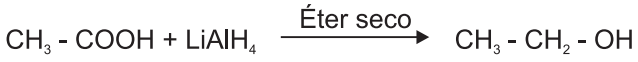
Al reaccionar los ácidos orgánicos con cloruro de tionilo, $SOCL_2$, se obtiene un cloruro de ácido, ácido clorhídrico y oxido sulfuroso.



Ácido butanoico *Cloruro de tionilo* *Cloruro de butanoilo*

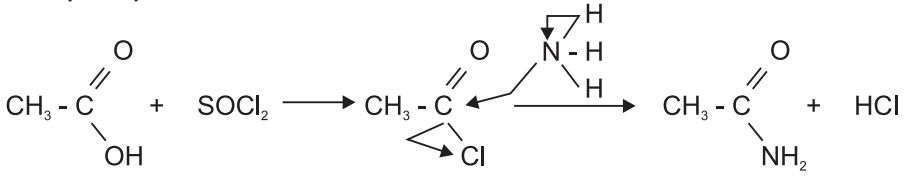
Reducción a alcoholes

El grupo carboxilo no se hidrogena catalíticamente puede reducirse a alcohol correspondiente tratando un ácido con hidruro de litio y aluminio en presencia de Éter.



Transformación de ácidos en amidas

A temperaturas elevadas, los ácidos carboxílicos se combinan con el amoniaco o las aminas para producir amidas:



Ácido acético *Cloruro de Acetilo* *(Amida) acetamida*

La unión del ión acetato y el ión acilo, forman el anhídrido: Anhídrido acético. Consultar la reacción correspondiente.

¿Qué función cumplen los ácidos carboxílicos?

Una gran variedad de ácidos carboxílicos son productos naturales, este tipo de compuesto cumplen funciones tanto en la naturaleza y la industria.

El ácido acético, componente del ácido del vinagre, es el ácido de mayor importancia industrial, se emplea como disolvente en la fabricación de plásticos, gomas, drogas, y gran variedad de agroquímicos.

Otros tienen mucha relación con los alimentos. Ácidos como el cítrico es intermediario en el metabolismo de los hidratos del carbono y se emplea en la industria como acidificante de las gaseosas. El ácido galico, se emplea en fábrica de la tinta, en fotografía y curtidos. La aspirina es un ácido carboxílico (acetilsalicílico).

En la industria y en el laboratorio, los ácidos orgánicos toman parte en muchos y diversos procesos de transformación de la materia.

Taller

- Consultar teorías sobre los conceptos de acidez y basicidad.
- ¿Cómo diferenciar un grupo Carbonilo de Carboxilo? Escribir su fórmula estructural.
- Explicar por qué los ácidos orgánicos presentan punto de ebullición más alto que sus correspondientes hidrocarburos.
- Consultar y realizar ejercicios sobre notación y nomenclatura de ácidos orgánicos.
- Para cada método de obtención y reacción química en ácidos orgánicos desarrollar un ejercicio. Analizarlo y comentarlo.
- Consultar por qué los ácidos orgánicos de bajo peso molecular presentan sabor y olor a amargo, mientras que los de mayor peso no.
- ¿Qué importancia biológica e industrial tienen los ácidos orgánicos?
- ¿Cuál es la importancia de los ácidos carboxílicos en la elaboración de medicamentos?
- Consultar en qué consiste la saponificación. ¿Se aplica en la región?
- Como se prepara el jabón de tierra, o de lejía, o jabón de monte.
- Consultar y aplicar sobre los fundamentos de notación y nomenclatura de ácidos y sus derivados.
- Elaborar ejercicios sobre reacciones químicas específicas de ácidos orgánicos y esteres.
- ¿Qué tiene de común un alcohol, y un ácido carboxílico?

- ¿En qué se asemejan un aldehído y una acetona con el ácido carboxílico y derivados?

- Citar los ácidos orgánicos que conoce y los que son de uso cotidiano. Escribir su fórmula química.

- ¿Qué relación tiene la acidez de los alimentos con los ácidos orgánicos?

- Elaborar una lista y escribir la formula química de algunos ácidos orgánicos que se encuentran en nuestro organismo. Discutir su función fisiológica.

- Consultar que ácidos orgánicos hacen parte de nuestra dieta alimenticia.

- Se asocia en el uso cotidiano, la palabra amargo con la palabra ácido. ¿Qué sentido tiene esta asociación? Discutir sus ideas con el grupo.

- ¿Qué compuestos agroquímicos de uso regional están relacionados con los ácidos orgánicos y los esteres? Redactar un ensayo sobre sus efectos, sea en plantas, animales o ser humano; así como su cuidado de manejo y usos.

- Elaborar un proyecto que conlleve a reducir los índices de contaminación por el uso de jabones y detergentes en el medio acuático.

Derivados funcionales de los ácidos orgánicos

a continuación se abordara el estudio de algunos compuestos químicos derivados de los ácidos orgánicos como son: Esteres, haluros de acilo anhídridos de ácidos orgánicos, amidas, cianuros o nitrilos.

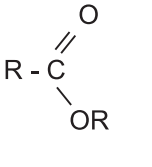
Esteres

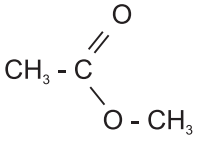
Se obtienen cuando el H del 0H del grupo carboxilo se sustituye por una cadena carbonada, alifática o aromática.

Nomenclatura

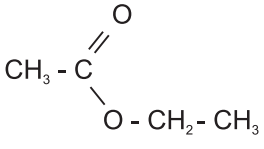
El sistema **IUPAC** como el sistema común enuncia primero el nombre del anión del ácido y a continuación el nombre del grupo alquilo de alcohol.

El nombre del Ester se obtiene sustituyendo el sufijo **ico** del ácido por del de **ato,** se le agrega la proposición **de** al nombre del radical que corresponde a la parte del alcohol de donde proviene el Ester.

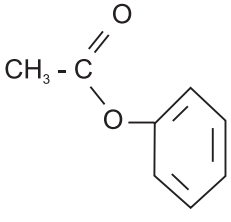




Acetato de metilo



Acetato de etilo



Acetato de fenilo

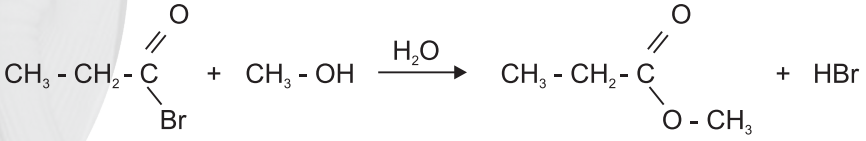
Como se obtienen los esteres

- A partir de Ácidos y Alcoholes: en presencia de un ácido dan un Ester y una molécula de ácido.

RCCOH + R'OH ---------- RCO-O-R`+ H_20

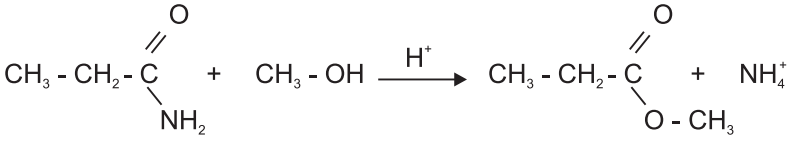
- A Partir de Halogenuros de Acilo y Alcoholes:

RCOX + `R'OH ---------- RCOOR' + HX



- A partir de las Amidas con Alcoholes:

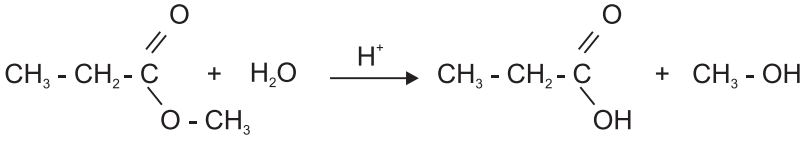
RCO-NH_2 + R'-OH ---------- RCO-O-R' + NH_4^+



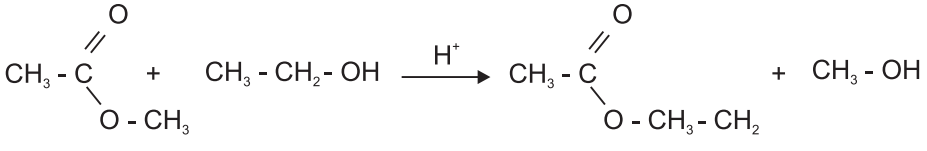
Reacción de esteres

Los esteres químicamente son muy reactivos y presentan reacciones de hidrólisis, alcohólisis y amonólisis.

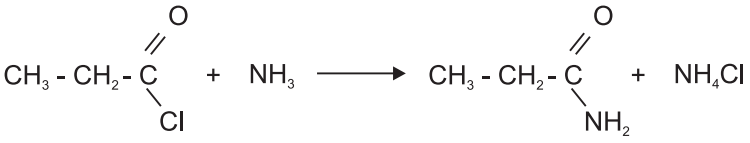
- Hidrólisis: en un pH neutro esta reacción es lenta pero se acelera en medio ácido con HCl o H H_2S0_4. En esta reacción se obtiene el ácido y el alcohol respectivo.



- Alcohólisis: cuando un Ester reacciona con un alcohol en presencia de un ácido inorgánico se presenta la *trans-estereficación,* mediante la cual se obtiene el Ester del nuevo alcohol y se libera alcohol presente en el Ester.



- Amonolisis: al reaccionar con el amoniaco un Ester se obtiene las amidas correspondientes y el alcohol.



Propiedades físicas

Son estructuras polares debido a la presencia del grupo = C = O. Aunque los primeros de la serie suelen disolverse en agua, generalmente su mejor medio de solución son los solventes orgánicos.

Los esteres de mayor volatilidad tienen olores agradables y característicos, razón por la cual se usan en la fabricación de perfumes y condimentos sintéticos.

Usos de los esteres

Son usados como disolventes para nitrocelulosa y como materia prima en la fabricación de lacas.

En la medicina son utilizados en la fabricación de medicamentos contra las dolencias. Así como en la elaboración de cremas dermatológicas, causadas por parásitos.

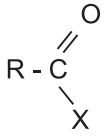
En la industria de polímeros es materia prima básica, así como en la fabricación de dacrón.

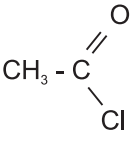
Haluros de Acilo

Resultan de la sustitución del **0H** del ácido por un halógeno, en general por el HCl.

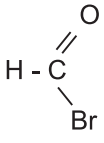
¿Cómo se nombran?

Se nombran con la palabra genérica cloruro nombre del halógeno, seguida de la preposición **de** y del nombre del ácido, cambiando el sufijo **ICO** por **ilo.**

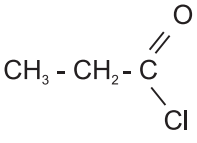




Cloruro de etanoílo



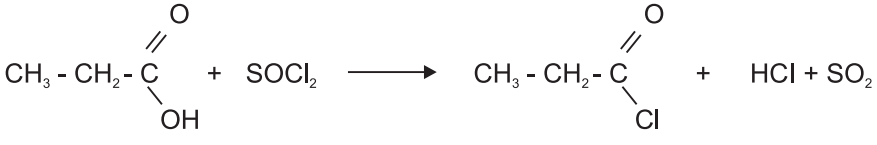
Bromuro de metanoílo



Cloruro de propanoílo

Preparación de los haluros de acilo

Se pueden preparar mediante la reacción de un ácido orgánico con tricloruro o pentacloruro de fósforo. Resulta más conveniente su producción a partir del cloruro de tionilo, debido a que los subproductos de la reacción son gases y por lo tanto, se eliminan con facilidad.



Propiedades de los haluros de acilo

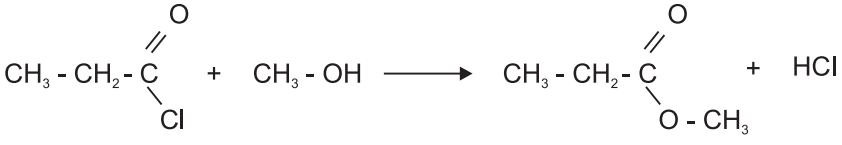
Los de bajo peso molecular son líquidos, muy reactivos y lacrimógenos, causan quemaduras en la piel; reaccionan con el vapor de agua de la atmósfera por lo tanto son fumantes al destaparlos. A igual que los Esteres producen reacciones de hidrólisis, alcohólisis y amonólisis.

Hidrólisis

Los productos de esta reacción son el ácido respectivo y HCL. Esta reacción no requiera catalizador.

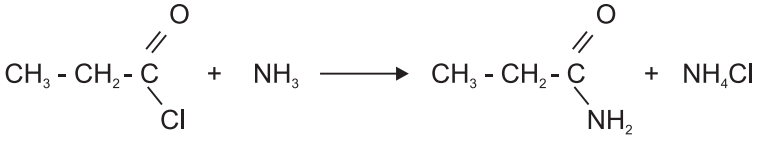
Alcohólisis

Los cloruros de acilo reacción sin catalizador con un alcohol, obteniéndose un Ester y ácido clorhídrico.



Amonólisis

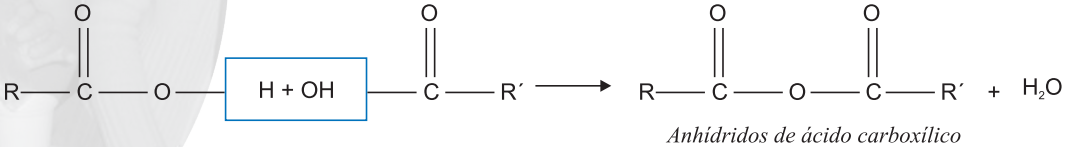
Al reaccionar con el amoniaco el cloruro de acilo, conduce a la formación de la amida del ácido y al cloruro de amonio.



El gran uso que tienen los halogenuros de acilo se da a nivel de síntesis de otros compuestos. Los cloruros de acilo tienen olores fuertes e irritantes debido a la facilidad para hacer la hidrólisis produciendo ácidos orgánicos y HCl.

Anhídridos de ácidos orgánicos

se consideran como derivados de los ácidos orgánicos por la eliminación de una molécula de agua entre dos moléculas de ácido.



Anhídridos de ácido carboxílico

Los anhídridos pueden ser de dos clases:

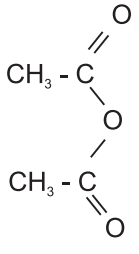
- Sencillos: se derivan de un solo ácido (R = R').
- Mixtos: se derivan de los ácidos diferentes.

Los anhídridos sencillos son los más comunes y más importantes compuestos de este grupo.

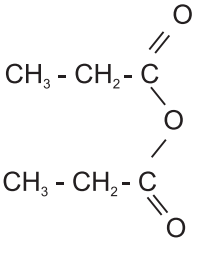
Nomenclatura

Para nombrarlo se antepone la palabra anhídrido al nombre del ácido del cual proviene.

En los anhídridos mixtos, que tienen cadenas carbonadas diferentes se nombran anteponiendo la palabra anhídrido a el nombre de los ácidos en orden de complejidad.

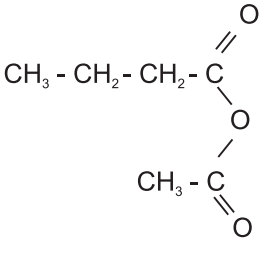


Anhídrido acético



Anhídrido propanoico

Anhídrido simple

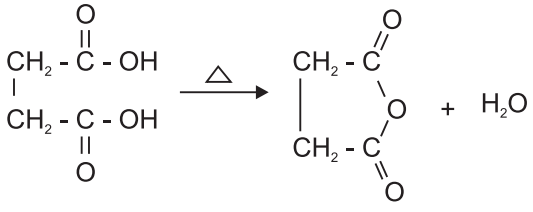


Anhídrido acético butírico

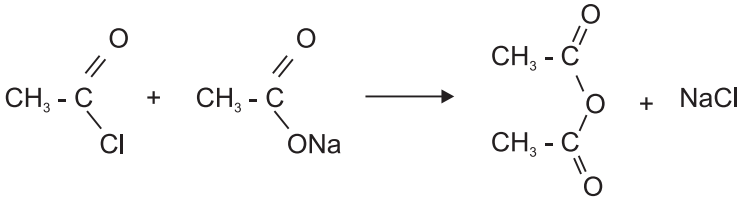
Anhídrido mixto

¿Cómo se preparan los anhídridos?

Estos se pueden obtener por la deshidratación de ácidos dicarboxílicos para dar anhídridos cíclicos; también pueden prepararse por una reacción entre un cloruro de acilo y la sal de un ácido carboxílico.



Ácido succinico *Anhídrido succínico*



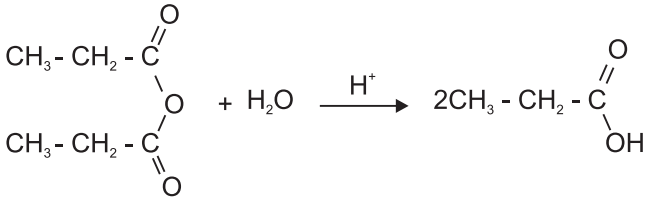
Cloruro de etanoilo + Acetato de sodio

Propiedades de los anhídridos

Los anhídridos de bajo peso molecular son líquidos de olor peso molecular son líquidos de olor penetrante y poco solubles en agua. Químicamente presenta las mismas reacciones de los derivados de los ácidos, son menos reactivos que los haluros de ácido pero más que los esteres o amidas.

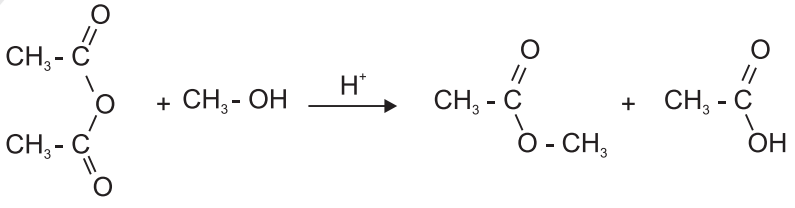
Hidrólisis

Los anhídrido al sufrir la hidrólisis en medio acuoso da como producto la formación de ácidos correspondientes.



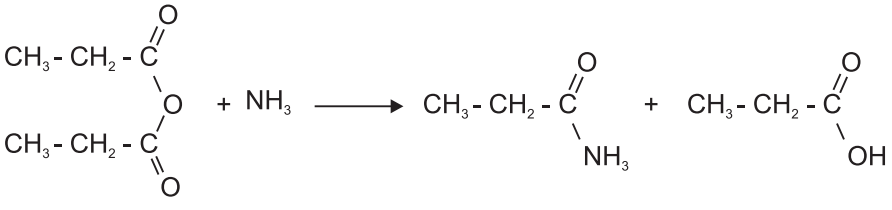
Alcoholisis

Al hacer reaccionar un anhídrido con un alcohol en presencia de un ácido como catalizador, se obtiene el éster del alcohol y del ácido orgánico.



Amonólisis

Al reaccionar un anhídrido con amoniaco se obtiene la amida del ácido respectivo y una molécula de ácido.



Amidas en el medio agrícola

La urea sintética se emplea como fertilizante contiene 46% de Nitrógeno, es el de mayor concentración de Nitrógeno entre los fertilizantes sólidos se obtiene como resultado de la interacción del dióxido de carbono como el amoniaco, a altas presiones y temperaturas $CO_2 + 2NH_3 \quad NH_2CONH_2 + H_2O$.

La industria fabrica la urea como abono granulado. En la granulación se cubre el granulo con pequeñas cantidades de grasa para disminuir el apelmazamiento.

En el suelo la urea se disuelve por completo con la humedad de este y bajo la acción del fermento ureasa segregado por las bacterias la urea se amonifica convirtiendo en carbonato de amonio. En suelos ricos en humos esta conversión dura de dos a tres días, en suelos arenosos y pantanosos de escasa fertilidad se desarrolla con mayor habilidad. El carbonato amonio se descompone en bicarbonato de amonio y amoniaco. La urea se emplea como abono antes de la siembra en toda clase de suelos. Debido al gran contenido de nitrógeno se debe distribuir

uniformemente para lo cual se mezcla con otros fertilizantes. Si se aplica sola debe mezclarse con arena seca.

El sevin (cabaryl) es un insecticida en forma de amida y tiene selectividad; pequeñas modificaciones hace que sean efectivos para una especie y para otras no. Estos insecticidas son sólidos blancos solubles en agua, resistentes al calor y a la luz. El baygon pertenece a esta clase de compuestos. El sevin no tiene acción acaricida, se le debe acompañar de estos al aplicarlos como resultado letal es que el acaricida ataca a las abejas.

Los carbamatos, son herbicidas que poseen el grupo amida, actúan sobre las gramíneas se debe aplicar sobre plantas primerizas muy pequeñas o tiernas.

Su estructura general es: HO-CO-NH_2. Estos herbicidas actúan en la raíz causan hipertrofia, bloquean la división celular, la célula crece pero no se divide. En las hojas, inhiben la fase lumínica de la fotosíntesis.

Taller

- ¿Qué importancia tiene la aplicación de herbicidas e insecticidas en la producción agrícola?
- ¿Qué efectos letales puede causar el uso de estas sustancias en el suelo, el agua y el ser humano?
- Realizar una consulta sobre el uso de insecticidas y herbicidas de uso frecuente en su región.

Amidas

Se derivan de los ácidos carboxílicos en los cuales el grupo –0H es remplazado por un grupo $-NH_2$, obteniéndose el grupo carboxamido o amida.

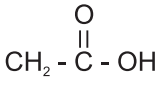
La formula general es: $R—CONH_{2-}$

Clasificación

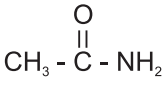
Se clasifican en primarias, secundarias y terciarias; según tengan uno, dos o tres grupos acilicos, respectivamente.

Nomenclatura

Según la *IUPAC* se nombran remplazando la terminación **ico** del ácido por el de *amida* del nombre común del ácido de donde proviene.

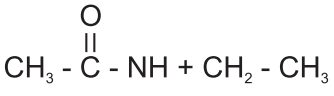


Ácido etanoico
(ácido acético)

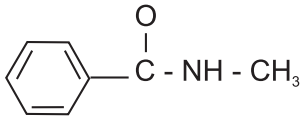


Etanamida
(Acetamida)

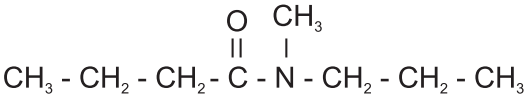
Si el nitrógeno presenta un sustituyente alquilico o arílico, tal posición se indica mediante la letra **N.**



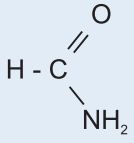
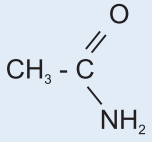
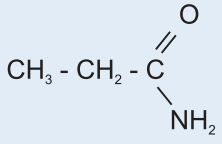
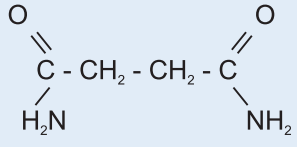
N-etiletanamida
(N Etilacetamida)



N-Metilbenzamida



N-metil-N-propilbutanamida
(N-metil-N-propilbutiramida)

Nombre común	Nombre según La IUPAC	Fórmula
Formamida	Metanamida	
Acetamida	Etanamida	
Propionamida	Propanamida	
Succinamida	1,4- butanodiamida	

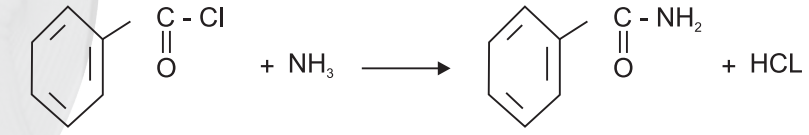
Propiedades físicas

Excepto de la formamida que es líquida las demás amidas son sólidos cristalinos incoloros. Todas solubles en etanol y éter; las primeras de la serie también lo son en agua. Sus puntos de ebullición y fusión son bastante elevados en buena parte debido a los puentes de hidrógeno que establecen con el grupo carbonilo de una molécula y el grupo amino de otra. Estos puentes de hidrógeno son importantes en la formación de proteínas.

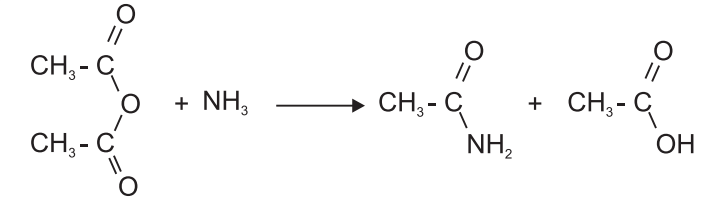
Como se obtienen las amidas

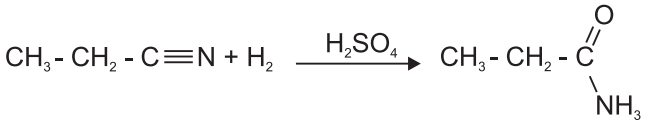
Amonólisis del cloruro de acilo o de los anhídridos

Al tratar el cloruro de acilo con amoniaco se obtiene la amida respectiva y ácido clorhídrico.



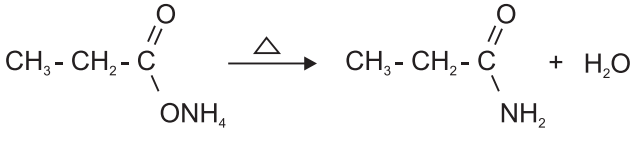
Cloruro de benzoílo *Benzamida*





Por calentamiento de sales de amonio

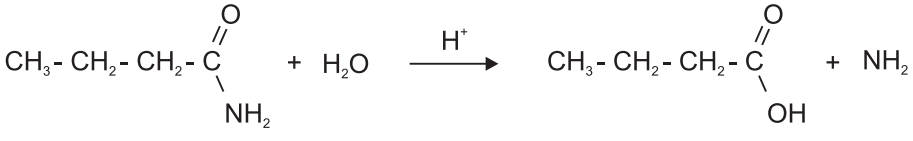
El calentamiento moderado de sales de amonio produce una deshidratación parcial, dando una amida por resultado. La reacción puede iniciarse desde el ácido.



¿Cómo reaccionan químicamente las amidas?

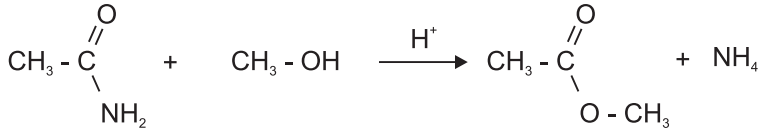
Hidrólisis

El agua hidroliza lentamente las amidas, que en medio ácido o alcalino produce el ácido o la sal de igual número de carbonos.



Alcoholisis

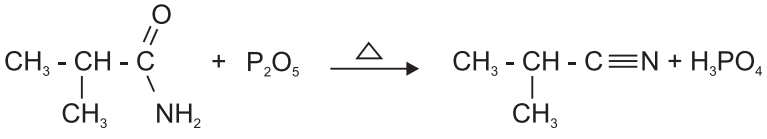
Mediante esta reacción se obtiene el éster del alcohol con el cual se trata la amida.



Acetamida *Acetato de metilo*

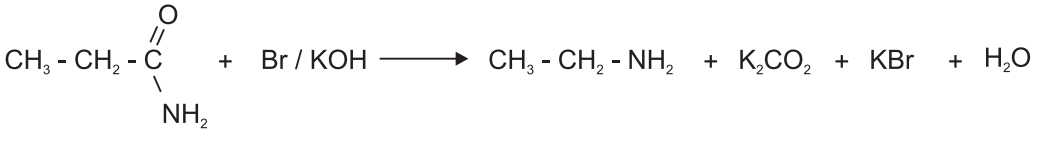
Deshidratación

Agentes deshidratantes como peroxido de fósforo (P_20_5) causan perdida de agua en las amidas, con producción de nitrilos.



Degradación de Hoffmann

La reacción permite convertir una amida en una amina con un átomo de carbono menos. El proceso de efectúa con bromo o cloro y un álcali; el proceso es complejo, se resume así:

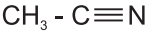


Cianuros o nitrilos

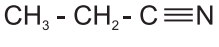
Los nitrilos se conocen también como cianuros y se caracterizan por tener el grupo **–CN** en su estructura molecular.

Nomenclatura

Según la IUPAC se nombran los nitrilos cambiando la terminación *–ico* del ácido por la de *nitrilo*. El átomo de carbono unido al nitrógeno hace parte de la cadena y se le asigna el numero uno para efectos de numeración de esta.

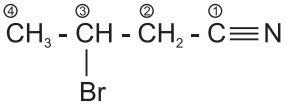


Etanonitrilo

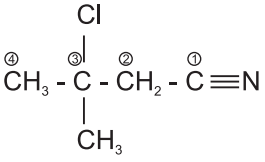


Propanonitrilo

Cuando existen sustituyentes en la cadena, se indica tanto sus nombres como sus posiciones.

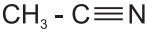


3-bromobutanonitrilo

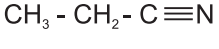


3-cloro-3-metilbutanonitrilo

Como en otros grupos de compuestos orgánicos, algunos nitrilos se nombran con su nombre común o vulgar.



Acetonitrilo



Propionitrilo

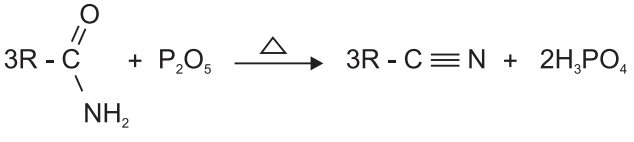
Propiedades generales

Los nitrilos son sustancias neutras olor agradable y no tan venenosas como el cianuro de hidrógeno. Los términos inferiores son líquidos solubles en agua, y la solubilidad va disminuyendo a medida que aumenta el número de carbonos; todos son solubles en disolventes orgánicos.

¿Cómo se obtienen los nitrilos?

A partir de Amidas

Por la deshidratación de amidas con pentóxido de fósforo, obteniéndose el respectivo nitrilo y ácido fosfórico.



El radical ® puede ser un grupo alifático o aromático.

Taller

Consultar la fórmula molecular para:

- Benzamida
- Benzonitrilo

Detalle, e identifique los grupos y radicales presentes así como los enlaces presentes

A partir de los haluros de alquilo

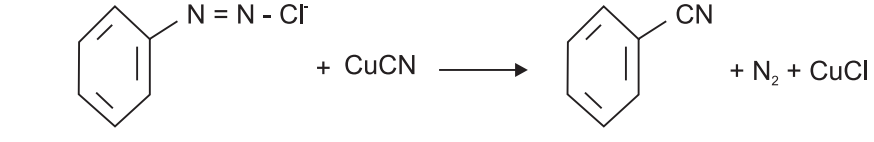
Al tratar un haluro de alquilo con cianuro de sodio, NaCN, se produce un nitrilo. La reacción se lleva a cabo calentando a reflujo una mezcla de alcohol, los reactivos anteriores con sulfóxido de dimetilo $(CH_3)_2SO$, como solvente.

En este proceso se obtiene un compuesto con un átomo más de carbono con respecto al haluro del cual se parte.

$$CH_3 - CH_2 - Cl + NaCN \xrightarrow[\text{Alcohol}]{(CH_3)_2SO} CH_3 - CH_2 - C\equiv N + NaCl$$

A partir de sales de diazonio con cianuro cuproso

Los nitrilos aromáticos emplean este proceso de obtención.



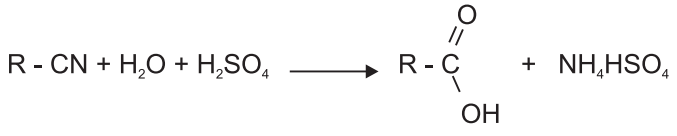
Sal de diazonio (Cloruro de bencendiazonio)

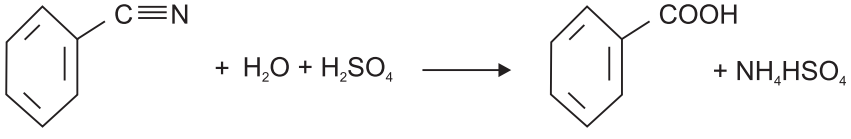
Benzonitrilo

¿Cómo se comportan químicamente?

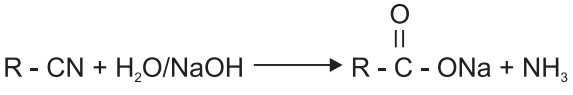
Hidrólisis

Los ácidos y los álcalis hidrolizan los nitrilos hasta ácido, con formación intermedia de amida.



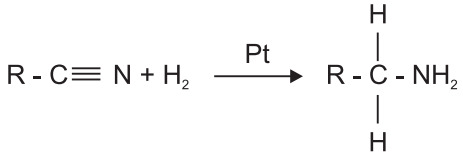


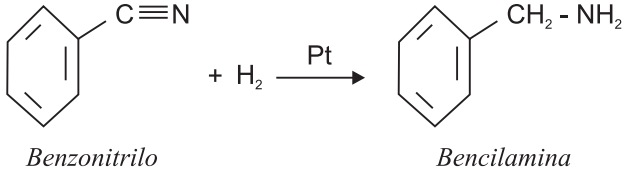
Benzonitrilo *Ácido benzoico*



Reducción

Los nitrilos se reducen con H en presencia de níquel o con cualquier otro agente reductor, obteniéndose la amina correspondiente.

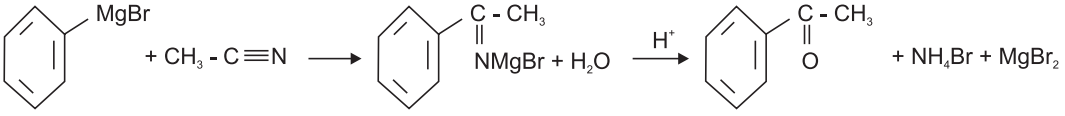




Benzonitrilo *Bencilamina*

Con el reactivo de Grignard

A partir del reactivo de Grignard y un nitrilo puede obtenerse cetonas. En el proceso se obtiene una sal de cetimina que luego se hidroliza para dar la cetona.



Sal de cetimina

¿EL ESTRÉS: ENEMIGO OCULTO?

Las aminas conforman un grupo importante de compuestos a nivel fisiológico; este grupo funcional se encuentra en los aminoácidos, que son base de las proteínas. También algunas hormonas como la adrenalina, poseen en sus estructuras un grupo amina. Esta hormona responde a los cambios fisiológicos de estrés, tales como el aumento de la frecuencia cardiaca, presión sanguínea, bronco dilatación y vaso dilatación debido a que estimula el sistema nervioso simpático.

En el proceso de descomposición de materia orgánica, en especial el tejido blando como la carne, donde algunas bacterias alteran las proteínas y producen las llamadas ptomaínas, las cuales son responsables de los olores desagradables de la carne y pescado en descomposición.

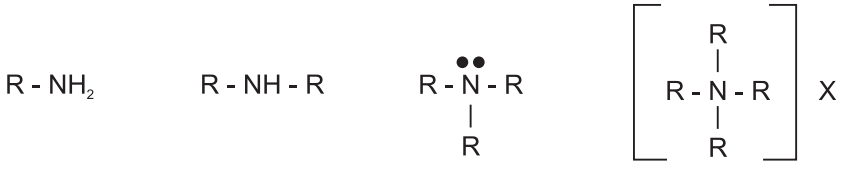
La Atropa belladona planta de la cual se extrae la atropina. Su uso se conocía desde la antigüedad. Las mujeres la utilizaban para aplicarlas en los ojos, dado que dilata las pupilas, haciéndolos ver más grandes y bellos. La administración de este alcaloide, causa la disminución de la frecuencia cardiaca, evita los espasmos gastrointestinales, por ello algunos derivados de la atropina se usan en el tratamiento de dolores viscerales.

Química Spin

Aminas

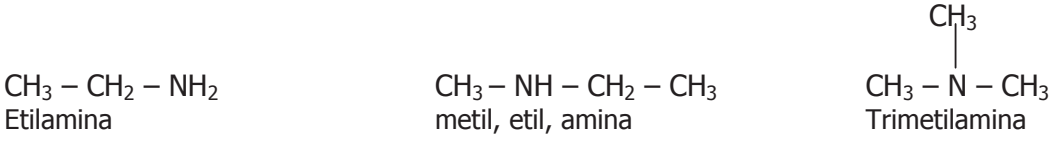
Las aminas cuyo grupo funcional es el Nitrógeno unido a uno, dos o tres átomos de Carbono, pueden considerarse como derivados alifáticos o aromáticos del amoniaco.

Las aminas se clasifican en primarias, si en el amonio solo se ha sustituido un Hidrógeno por un R, secundarias si se sustituyen dos Hidrógenos y terciarias si se sustituyen tres Hidrógenos por tres R.

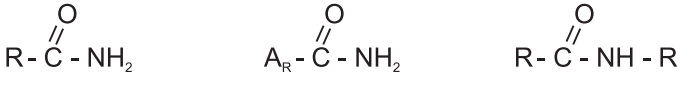


Amina primaria *Secundaria* *Terciaria* *Sal de tetra alquil amonio*

- Los grupos R en las aminas pueden ser iguales o diferentes.
- El Nitrógeno del amoniaco posee un par de electrones libres, las aminas tienen esta propiedad básica que pueden ceder su par de electrones a otro átomo. La basicidad de la Aminas es una propiedad importante, pueden reaccionar con ácidos orgánicos e inorgánicos.
- Los radicales pueden ser iguales o diferentes.



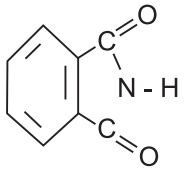
Las aminas pueden ser:



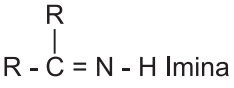
Amida alifática *Amida aromática* *Amida sustituida*

- $R - C \equiv N$ Cianuro o Nitrilo
- $\left(A_R - N \equiv N\right) X$ Sal de diazonio

- Las imidas y las iminas también pertenecen a este grupo. Ejemplo:



Ftalimida

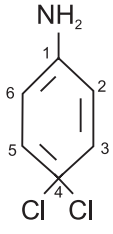


Imina

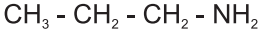
Nomenclatura

Las aminas alifáticas sencillas se nomenclan nombrando el o los radicales unidos al Nitrógenos seguidos de la palabra amina.

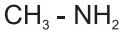
En el sistema IUPAC, se usa la terminación Amina en lugar de la **O** al final del hidrocarburo principal.



4,4 diclorociclohexanamina

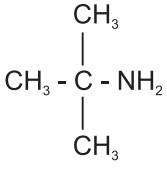


Propanamina

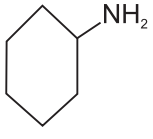


Metilamina

Etilamina

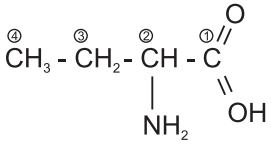


Terbutilamina

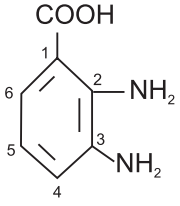


Ciclohexilamina

Cuando se trata de aminas que existen varios grupos funcionales, el grupo amino NH_2, se nombra como sustituyente en la molécula básica.

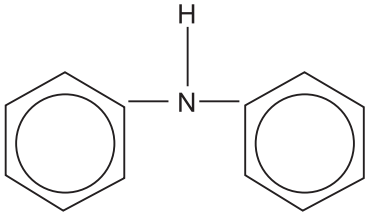


Ácido 2-aminobutanoico

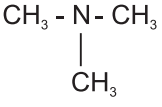


Ácido 2, 3-diaminobenzoico

Para nombrar aminas secundaria o terciaria simétricas se nombran los grupos alquilos empleando el prefijo di o tri mas la terminación amina.



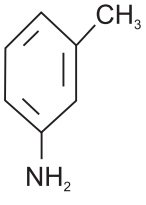
Difenilamina



Trimetilamina

Existen aminas que se les conoce por el nombre vulgar.

Anilina



m-toluidina

p-toluidina

Propiedades de las aminas

- Las primeras de la serie son gaseosas; las siguientes son líquidas y las de último son sólidas.

- En general son compuestos polares, por lo cual, sus puntos de ebullición son altos comparados con los hidrocarburos de igual peso molecular.

- Las aminas de bajo peso molecular presentan olor desagradable característico; algunas de diaminas como la putrecina, y 1,4-butano diamina

presentan olores pestilentes. La solubilidad en el agua disminuye al aumentar su peso molecular.

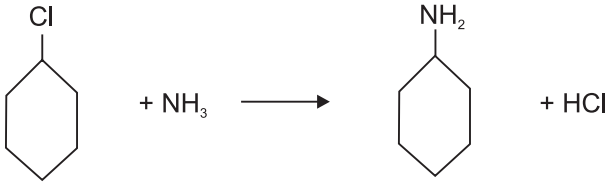
¿Cómo se obtienen las aminas?

Las aminas se pueden obtener por cualquiera de los siguientes procedimientos:

Aniquilación del amoniaco

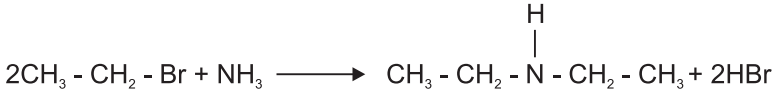
El amoniaco es capaz de desplazar un átomo de halógeno de un haluro de alquilo; se utilizan cantidades apropiadas de haluro; por este proceso se pueden obtener aminas primarias, secundarias y terciarias.

Primaria



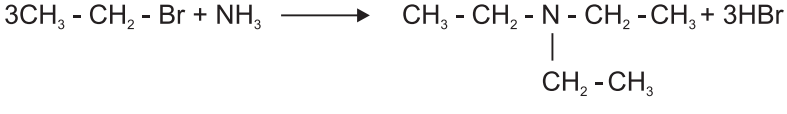
Bromociclohexano *Ciclohexanamina*

Secundaria



Bromoetano *Dietilamina*

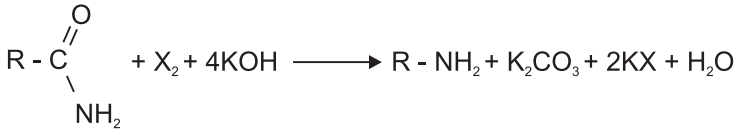
Terciaria

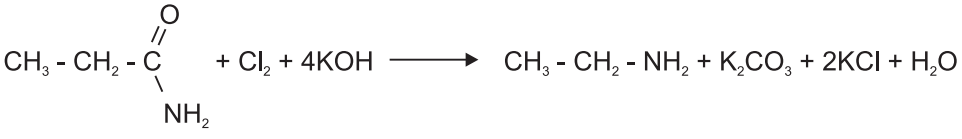


Bromoetano *Trietilamina*

Degradación de Hoffmann

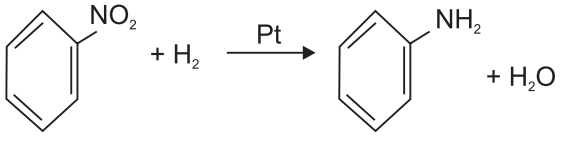
Al tratar las aminas con cloro o bromo en presencia de KOH, se obtiene una mina con un átomo menos de carbono. Por este método se puede sintetizar aminas primarias alifáticas o aromáticas.





Reducción de compuesto nitro

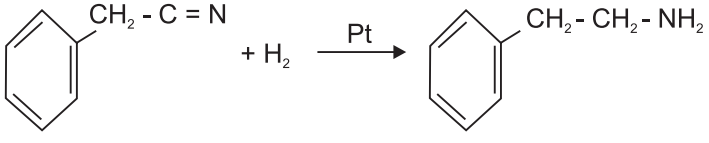
El grupo $-NO_2$ puede reducir a un grupo $-H_2$ adicionándole hidrógeno y utilizando como catalizador el platino o un metal como Fe, Sn o Zn en medio ácido. Este método es muy usado para preparar aminas aromáticas.



Nitrobenceno *Anilina*

Reducción de nitrilos

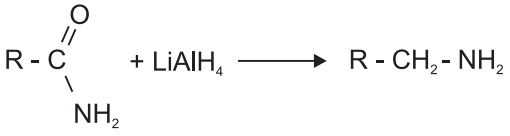
Cualquier nitrilo aromático o alifático se puede reducir a amina primaria. Se lleva a efecto con metal y ácido o con hidrógeno en presencia de Níquel como catalizador.

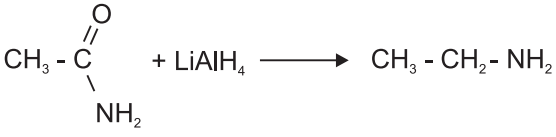


Feniletanonitrilo *2-feniletanamina (2-fenil-1-aminoetano)*

Reducción de amidas

El gripo carbonilo de la amida puede reducirse a $-CH_2$ con hidruro de litio y aluminio: LiAlH4





Comportamiento químico de las aminas

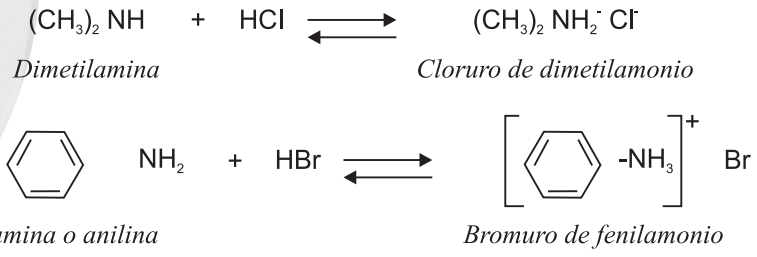
La propiedad química más importante de la aminas es su carácter básico. En efecto al igual que el amoniaco estas reaccionan con los ácidos formando sales. Es de anotar que su carácter básico es débil aumentando con el número de grupos alquilo.

Formación de sales

Las aminas reaccionan con los ácidos para formar sales. Se les suele llamar sales de amonio por considerarse como derivados del amonio al sustituir uno o más hidrógenos por radicales.

Basicidad

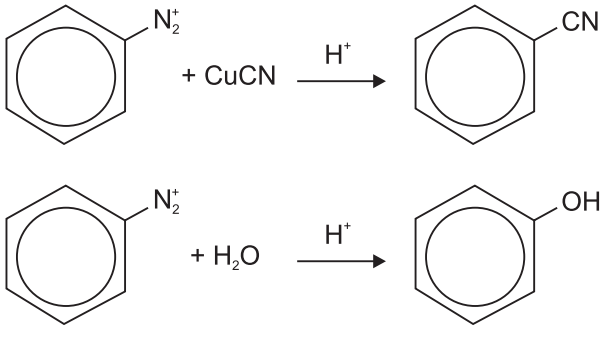
Las aminas son los únicos compuestos orgánicos que tiene carácter básico; se les denomina bases de *Lewis* por ceder un par de electrones. También tienen la capacidad de aceptar un protón cuando se disuelven agua da un pH mayor que siete.



Reacción con el ácido nitroso

Las aminas primarias cuando reaccionan con el HNO_2 desprenden Nitrógeno. Esta reacción sirve para diferenciar las aminas aromáticas primarias las cuales al reaccionar con el HNO_2 producen una sal de diasonio.

Las sales diasonio son útiles para producir nitrilos o fenoles.



Como dato interesante se tiene que el olor característico del pescado se debe a las aminas que resultan de la descomposición de su carne. Si se quiere disminuir el olor basta con rociar gotas de limón sobre él. La reacción química que ocurre hace que las moléculas de olor queden atrapadas en las gotas de agua que porta el limón.

Taller

- ¿Qué es una amina? ¿Qué relación tiene con el amoniaco?
- Consultar como se clasifican las aminas, explicar con ejercicios.
- ¿Qué vinculo se puede establecer entre una amina y el agua, referente a los enlaces que forman las moléculas?
- Consultar y hacer ejercicios de aplicación sobre la notación y nomenclatura de las aminas.
- Realizar ejercicios de aplicación sobre la obtención y comportamiento químico de las aminas.
- ¿Qué relación guarda la basicidad de las aminas linfáticas y aromáticas con la constante básica Kb?
- Consultar algunos elementos del medio animal y vegetal que poseen el grupo amino.
- En la medicina que función cumplen las aminas.
- ¿Por qué las aminas de bajo peso molecular son gases y a medida que aumenta este son líquidas y sólidas? ¿En qué otros grupos funcionales se observa esta tendencia?
- Consultar la estructura de las sustancias: Fenobarbital, Ampicilina y Semetidina y determinar la relación con las aminas.
- ¿Qué efecto fisiológico tienen las sustancias químicas anteriores en el organismo?
- ¿Qué aplicación industrial aportan las aminas? Referenciar algunas de ellas y su uso.

- Socializar los ejercicios sobre notación y nomenclatura química de las aminas.

- Consultar sobre el efecto de la biodegradación y la contaminación en aguas y suelos que originan los compuestos que poseen aminas.

- ¿Qué relación se puede plantear entre los sentimientos del ser humano (cariño, respeto, tolerancia, entre otros) y la influencia de sustancias químicas en el organismo, vinculando las aminas. Justificar respuesta.

Vitaminas y hormonas

Vitaminas

Sin nutrientes orgánicos que se requieren en cantidades pequeñas pero desempeñan funciones diversas bioquímicas. Las vitaminas son esencialmente para el crecimiento, funcionamiento y regeneración de tejidos ayudan en las reacciones químicas y biológicas, colaborando con la nutrición, reproducción y son los precursores esenciales de las coenzimas.

Las vitaminas no las sintetiza el organismo, deben suministrarse a través del alimento. El carácter vitamínico de un compuesto se define por la importancia de este para la vida del organismo. Algunas vitaminas son elaboradas por las plantas y como hormonas vegetales, no como vitaminas.

La falta o deficiencia de vitaminas en el organismo ocasiona serias perturbaciones en los animales y humanos, efecto que se conoce como avitaminosis.

Las vitaminas se designan de formas:

- Utilizando letras mayúsculas: A, B, C, D, E.

- Nombre de la enfermedad que ocasiona su carencia. Ceguera Nocturna Beri - beri, anemia perniciosa, antiescorbútica.

- Por el nombre de su constitución química.

Si dentro de una vitamina que se consideraba única, se descubre posteriormente que se trata de varias sustancias con reacción distinta cada una de ellas, se designa por la letra mayúscula de la que se considera única, acompañada de un numero como subíndice, así: $B_{1,}$ B_2 ,B_3 ,B_6 ,B_{12}.

Funciones

Cada una de las vitaminas desempeñan funciones específicas en el organismo. Así por ejemplo, la vitamina A es fundamental para la visión nocturna e infecciones, las vitaminas B, interviene en la liberación de energía a partir de los carbohidratos y la vitamina D ayuda a la absorción de calcio y fósforo en el organismo.

Clasificación

Las vitaminas se dividen en dos grandes grupos de acuerdo a su solubilidad: *solubles en grasa o liposolubles* y las *solubles en agua o hidrosolubles.*

A nivel metabólico se diferencian porque las liposolubles se pueden almacenar en algunos tejidos del cuerpo, porque no son necesarias consumirlas a diario: las vitaminas hidrosolubles, se encuentran en exceso en el cuerpo y se eliminan a través de la orina, el sudor y las lágrimas; sin la posibilidad de almacenarse, deben eliminarse e ingerirse diariamente.

	Vitaminas	Fuente principal	Dosis (mg/día)
Proteínas fibrosas	B1, tiamina	Leche, leguminosas y cereales	1.5
	B2, riboflavina	Leche, carne roja y pescado	1.7
	B3, niacina	Carne roja, hígado y café	19.0
	B6, piridoxina	Hígado, huevos, leche y legumbres	2.0
	Bg, ácido fólico	Hígado, pan integral y verduras verdes	0.4
	B12, cobalamina	Hígado, carnes y huevos	0.005
Proteínas globulares	C, ácido ascórbico	Frutas cítricas y tomates	60.0
	A, retinol	Pescado, hígado y huevos; también en la zanahoria hay sustancias precursoras	1.0
	D, calciferol	Aceite de hígado de bacalao	0.01
	E, tocoferol	Verduras verdes, yema de huevo y carnes	10.0
	K, filoquinona	Espinacas	0.07

Algunas vitaminas, sus fuentes y sus requerimientos para el ser humano

Hormonas

Hormonas vegetales

Las hormonas vegetales, compuestos químicos especializados producidos por las plantas, son los principales factores internos que controlan el crecimiento y desarrollo. Las hormonas se producen en cantidades muy pequeñas en unas partes de las plantas y son transportadas a otras, donde ejercen su acción. Una misma hormona puede desplegar efectos distintos en diferentes tejidos. Así, la *auxina* unas de las importantes hormonas vegetales, se sintetiza en las yemas apicales de los tallos y pasa desde allí a otras partes de la planta, donde puede tanto, estimular el crecimiento como inhibirlo en los tallos, por ejemplo la *auxina* favorece el alargamiento de las células y la diferenciación de tejido vascular, mientras que en las raíces inhibe el crecimiento en la parte central y favorece la formación de raíces adventicias.

También retrasa la abscisión o caída de flores, frutos y hojas. Las *giberinas* son hormonas controladoras del crecimiento vegetal; se conocen más de 50 tipos. Determinan el alargamiento de los tallos e inducen a la germinación de la semilla al desencadenar algunas enzimas que descomponen el almidón en azucares para alimentar el embrión. Las *citoquininas,* fomentan el crecimiento de las yemas laterales y se oponen así a la *auxina*; también favorece la formación de yemas. Además, las plantas producen, por descomposición parcial de ciertos hidrocarburos, el gas etileno, que a su vez regula la maduración y abscisión de frutos.

Hormonas animales

Nuestro organismo posee ciertos sistemas de control que se encargan de ajustar y coordinar que se realizan en las células de los diversos órganos y tejidos.

Las hormonas son agentes químicos orgánicos, producidos en pequeñas cantidades por las glándulas endocrinas. Son secretadas directamente al torrente sanguíneo y de allí se desplazan a órganos y tejidos específicos sobre los cuales producen efectos biológicos.

En estas funciones de control intervienen el sistema nervioso y el endocrino. El *sistema endocrino* está constituido por un sistema de glándulas que producen

y secretan ciertas sustancias químicas llamadas *hormonas (*del griego *hormón:* excitar, incitar).

Funciones endocrinas

Las glándulas endocrinas, al contrario de las glándulas de secreción externa, cuyo producto "las hormonas" es vertido directamente al torrente sanguíneo y viajan a través de él hasta el sitio donde van a ejercer su acción.

Las glándulas endocrinas, en combinación con el sistema nervioso "el sistema neuro vegetativo", aseguran la regulación de las diferentes funciones del cuerpo.

Acciones como las de acelerar, retrasar o impedir que se lleven a cabo reacciones químicas dentro el organismo, hasta el punto que de ellos dependen el equilibrio químico fisiológico de los seres vivos.

A las funciones hormonales se les clasifica:

- A nivel celular: regulan la respiración y reproducción de las células así como la actividad nerviosa.

- A nivel del medio interno corporal: mantiene el equilibrio de este mediante la regulación de sustancias en la sangre (glucosa-calcio) el equilibrio entre agua y electrolitos, así como la tasa metabólica.

- A nivel de organismo en conjunto: influyen sobre:

  - » Acción morfogenética, condicionan el crecimiento óseo y aparición de los caracteres sexuales secundarios.
  - » Desarrollo y envejecimiento del organismo.
  - » Actúa sobre el metabolismo del agua, carbohidratos, lípidos, proteínas y sustancias minerales.
  - » Respuestas que el organismo emite ante el estrés y las alteraciones emocionales y físicas.
  - » Están relacionadas con el sistema nervioso cerebroespinal y vegetativo.
  - » Ejercen acción directa sobre las funciones de reproducción.

Todas las hormonas son necesarias para el funcionamiento normal del organismo; una deficiencia o aumento excesivo de alguna de ellas origina un estado patológico en el organismo. A estas afecciones se les llaman *enfermedades funcionales*.

Taller

- Conceptualizar vitamina, hormona, glándula, hipo - hiper vitaminosis.
- Referenciar algunas vitaminas y su función fisiológica.
- Consultar la síntesis de vitaminas en vegetales y animales.
- Consultar la formula química estructural de la vitamina A, B, C y D. Establecer semejanzas y diferencias.
- Analizar y elaborar una lista de alimentos que consumimos habitualmente, ¿cuáles podrían ser fuentes de vitaminas y cuáles no?
- La mayoría de alimentos que consumimos en cocción son las verduras ricas en vitaminas. ¿Qué sucede con las vitaminas hidrolizables?
- Consultar sobre el mecanismo de la coagulación sanguínea. Indicar la etapa en la cual interviene la vitamina K.
- Referenciar la función fisiológica de las hormonas en vegetales y animales.
- Consultar la formula estructural de la testosterona y el estradiol. Relacionar semejanzas y diferencias.
- Reseñar los procesos de la hormona hipofisiaria hasta el sitio donde actúa.
- ¿Qué efectos tienen los anticonceptivos sobre las hormonas sexuales?

- ¿Qué papel desempeñan las hormonas en los vegetales? Referenciar alguna de ellas.
- Elaborar un rayado en el que se registren las principales vitaminas, las fuentes de origen y el efecto que produce la carencia de ellas en aves, vacunos y humanos. Sacar conclusiones.
- El oxígeno del aire oxida las vitaminas y les disminuye su valor nutritivo, plantear una solución que evite este proceso al nivel de hogares.
- Presentar un proyecto para culturizar a la comunidad hacia el mejoramiento de la dieta alimenticia rica en vitaminas y proteínas.

B. A nivel de matemáticas

Límites y derivadas

La clave para el desarrollo del tratamiento matemático del movimiento y del cambio fue el hallazgo de un método para manejar el infinito. Ello significa encontrar modos de describir y manipular las diversas estructuras que el infinito implica.

La paradoja de Aquiles y la tortuga de Zenón, por ejemplo, puede plantearse una vez que se dispone de un modo de tratar la estructura involucrada. Los valores de la distancia que la tortuga lleva de adelanto a Aquiles en cada etapa de la carrera son (en metros)

$$10,1,\frac{1}{10},\frac{1}{100},\frac{1}{1000},\ldots$$

La paradoja, por tanto, está vinculada a lo que hagamos con la suma infinita en la cual los tres puntos suspensivos significan que esta suma prosigue por siempre, continuando el patrón indicado

$$10+1+\frac{1}{10}+\frac{1}{100}+\frac{1}{1000}+\ldots$$

No hay esperanza de sumar realmente todos los infinitos términos de esta suma. En realidad, tampoco podemos escribirlos todos, así que el llamarla "suma" es algo equívoco; no se trata de una suma en el sentido normal de la palabra. De hecho, para evitar confusiones, los matemáticos se refieren a tales sumas infinitas con el nombre de series infinitas. Éste es uno de los muchos ejemplos en los cuales los matemáticos han tomado una palabra corriente y le han dado un significado técnico, con frecuencia relacionado sólo ligeramente con su uso cotidiano.

Al desplazar nuestra atención de los términos individuales de la serie a la estructura general, es fácil hallar el valor de la serie. Si S denota el valor desconocido:

$$s = 10 + 1 + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \ldots$$

La estructura de esta serie consiste en que cada término sucesivo es un décimo del anterior. Así pues, si se multiplica toda la serie por 10, se obtiene de nuevo la misma serie, aparte del primer término:

$$s = 100 + 10 + 1 + \frac{1}{10} + \frac{1}{100} + \frac{1}{1000} + \ldots$$

Si ahora se resta la primera identidad de esta segunda, todos los términos de la parte de la derecha se cancelan por pares, con excepción del 100 inicial de la segunda serie:

$$10s - s = 100$$

Ahora tenemos una ecuación ordinaria finita, que se puede resolver del modo corriente:

$$9s = 100$$

y por tanto

$$s = \frac{100}{9} = 11\frac{1}{9}$$

En otras palabras, Aquiles alcanza a la tortuga cuando lleva recorridos exactamente $11\frac{1}{9}$ metros.

El punto crucial es que una serie infinita puede tener un valor finito; el rompecabezas de Zenón es paradójico solamente si se piensa que una serie infinita debe tener un valor infinito.

Observemos que la clave para hallar el valor de la serie fue desplazar la atención del proceso de sumar los términos individuales a la identificación y manipulación de la estructura general. En resumen, ésta es la clave para manejar el infinito en matemáticas.

Límites y continuidad

La palabra límite se usa en el lenguaje diario, como cuando se dice "estoy acercándome al límite de mi paciencia" tal sentido tiene algo que ver con el cálculo pero no mucho.

Una noción intuitiva

Consideremos la función determinada por la formula $f(x)=\frac{x^2-1}{x-1}$

Notemos que no está definida para x=1 ya que en este punto f(x) tiene la forma $\frac{0}{0}$ que carece de significado, podemos preguntarnos qué sucede con f(x) cuando x se acerca a 1.

Realicemos una tabla de valores donde x se aproxime a 1 tanto por la izquierda como por la derecha pero no tome el valor de 1.

x	F(x) = $\frac{x^2 - 1}{x - 1}$
1.5	2.5
1.2	2.2
1.01	2.01
1.001	2.001
1.0001	2.0001
.	.
1.0000	¿
.	.
0.9999	1.9999
0.999	1.999
0.9	1.9
0.7	1.7
0.5	1.5

Con esta información podemos concluir que f(x) tiende a 2 cuando x tiende a, en símbolos matemáticos

$$\lim_{x \to 1} \frac{x^2 - 1}{x - 1} = 2$$

Esto se lee "el limite cuando x tiende a 1 de $\frac{x^2 - 1}{x - 1}$ es 2.

Siendo buenos algebraicos (es decir, sabiendo como factorizar una diferencia de cuadrados), podemos obtener más y mejor evidencia.

$$\lim_{x \to 1} \frac{x^2 -}{x - 1} = \lim_{x \to 1} \frac{(x-1)*(x+1)}{(x-1)} = \lim_{x \to 1} x + 1 = 1 + 1 = 2$$

Nótese que $\frac{(x-1)}{(x-1)} = 1$ siempre y cuando $x \neq 1$. Esto justifica el segundo paso, el tercer paso parece razonable.

Significado intuitivo de límite

Decir que el $\lim_{x \to c} f(x) = l$ significa que cuando x esta cerca de c pero diferente, f(x) está cerca de él.

Limites unilaterales

Los límites unilaterales se utilizan para aquellas funciones que presentan saltos, como la función parte entera, donde el límite no existe en los puntos donde salta.

El símbolo $x \to c^+$ significa que x se aproxima c por la derecha y $x \to c^-$ significa que x se aproxima a c por a izquierda.

- Teorema A

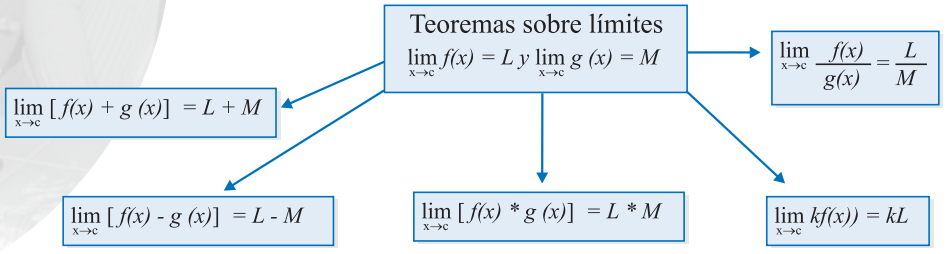
$\lim_{x \to c} f(x) = L$ Si y sólo si $\lim_{x \to c^-} f(x) = L$ y $\lim_{x \to c^+} f(x) = L$.

Precisemos la definición: para empezar sigamos la tradición al usar las letra griegas ε (épsilon) y δ (delta) para representar números positivos arbitrarios. Considere a y como números positivos pequeños.

Decir que f(x) difiere de L menos que ε equivale a decir: $|f(x) - l| < \varepsilon$ o en forma equivalente L - < f(x) + ε.

Decir que x está suficientemente cercano a c pero que es diferente a este, equivale a decir que para algún δ entonces x pertenece al intervalo abierto (c - δ, c + δ) del cual se ha suprimido a c. la mejor forma de decir esto es escribir: $0 < |x - c| < \delta$.

Significado de límite



Decir que el $\lim_{x \to c} f(x) = L$ significa que para cada ε > 0 dada (sin importar que tan pequeña sea), existe una correspondiente ε > 0 tal que $|f(x) - L| < \varepsilon$, siempre que $0 < |x - c| < \delta$ es decir,

$$0 < |x - c| < \delta \quad \Rightarrow \quad |f(x) - L| < \varepsilon .$$

Teorema sobre límites

Sea n un entero positivo, k una constante, y f y g funciones con límites en c. entonces,

$$\lim_{x \to c} k = k$$

$$\lim_{x \to 0} 6 = 6$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c} x = c$$

$$\lim_{x \to 3} x = 3$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c} kf(x) = k \lim_{x \to c} f(x)$$

$$\lim_{x \to 3} 2x^4 = 2 \lim_{x \to 3} x^4 = 2(3)^4 = 162$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c}\left[f(x)+g(x)\right]=\lim_{x \to c}f(x)+\lim_{x \to c}g(x)$$

$$\lim_{x \to 4}3x^2-2x=\lim_{x \to 4}3x^2+\lim_{x \to 4}2x=48+8=56$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c}\left[f(x)-g(x)\right]=\lim_{x \to c}f(x)-\lim_{x \to c}g(x)$$

$$\lim_{x \to -1}2x^3-5x=\lim_{x \to -1}2x^3-\lim_{x \to -1}5x=-2-(-5)=-2+5=3$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c}\left[f(x)*g(x)\right]=\lim_{x \to c}f(x)*\lim_{x \to c}g(x)$$

$$\lim_{x \to 2}\left[\left(x^2+1\right)\left(3x-1\right)\right]=\lim_{x \to 2}x^2+1*\lim_{x \to 2}3x-1=5*5=25$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c}\frac{f(x)}{g(x)}=\frac{\lim_{x \to c}f(x)}{\lim_{x \to c}g(x)}, \quad \text{dado que} \quad \lim_{x \to c}g(x)\neq 0$$

$$\lim_{x \to 4}\frac{2x}{3x^3-16}=\frac{\lim_{x \to 4}2x}{\lim_{x \to 4}3x^3-16}=\frac{8}{176}=\frac{1}{22}$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c} [f(x)]^n = \left[\lim_{x \to x} [f(x)]\right]^n$$

$$\lim_{x \to 2} \left[\left(x^2+3\right)\right]^4 = \left[\lim_{x \to 2} \left[x^2+3\right]\right]^4 = [7]^4 = 2401$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to c} \sqrt[n]{f(x)} = \sqrt[n]{\lim_{x \to c} f(x)}$$ dado que $$\lim_{x \to c} f(x) > 0$$ cuando n es par.

$$\lim_{x \to 3} \sqrt[3]{8} = \sqrt[3]{\lim_{x \to 3} 8} = \sqrt[3]{8} = 2$$

Ejemplo:

$$\lim_{x \to o} \frac{senx}{x} = 1$$

$$\lim_{x \to 0} \frac{1-\cos x}{x} = 0$$

Continuidad de funciones

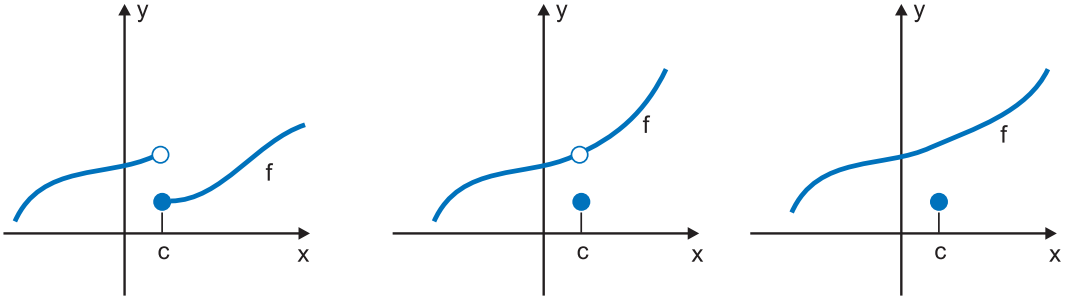
Consideremos las tres graficas que se muestran, solo la tercera de ellas presenta continuidad en c.

$\lim_{x \to c} f(x)$ *no existe*

$\lim_{x \to c} f(x) = f(c)$

$\lim_{x \to c} f(x)$ *existe pero*

$\lim_{x \to c} f(x) \neq f(c)$



Continuidad en un punto

Sea f una función definida en un intervalo abierto que contiene a C. decimos que f es continua en c si: $\lim_{x \to c} f(x) = f(c)$.

El significado de esta definición requiere de tres cosas:

- Que exista el $\lim_{x \to c} f(x)$ Que exista f(c) (es decir, que c pertenezca al dominio de f).
- Que $\lim_{x \to c} f(x) = f(c)$.

Si falla cualquiera de ellas entonces f será discontinua en c.

Continuidad de Funciones Conocidas

- **Teorema A**

  Una función polinomial es continua para todo número real c. una función racional es continua para todo número real c de su dominio, es decir con la excepción de los puntos en los que el denominador es cero.

- **Teorema B**

  La función valor absoluto es continua para todo número real c, si n es impar la función raíz n-ésima es continua para todo número real c; si n es par es continua para todo número real positivo c.

- **Teorema C**

  Si f y g son funciones continuas en c. también lo serán kf, f+g, f-g, f*g, f/g, siempre que g sea diferente de cero, f^n y $\sqrt[n]{f}$ siempre que sea f(c) > 0 cuando n es par.

Límites al infinito

Límite cuando $x \to \infty$ sea f una función definida en $[c, \infty)$ para algún número c. Decimos que $\lim_{x \to \infty} f(x) = L$ si para todo ε > 0 existe un número correspondiente M tal que:

$$x > M \Rightarrow |f(x) - l| < \varepsilon .$$

Límite cuando $x \to -\infty$ sea f una función definida en el intervalo semiabierto $(-\infty, c]$ para algún número c. Decimos que $\lim_{x \to -\infty} f(x) = L$ si para cada ε > 0 existe un número correspondiente M tal que: $x < M \Rightarrow |f(x) - L| < \varepsilon$.

Ejemplo:

Encuentre el $\lim_{x \to \infty} \dfrac{2 - 3x + x^2}{7 + 4x - 5x^2}$

Solución: se divide el numerador y el denominador por la variable del denominador con mayor exponente.

$$\lim_{x \to \infty} \frac{2-3x+x^2}{7+4x-5x^2} =$$

$$= \lim_{x \to \infty} \frac{\frac{2}{x^2}-\frac{3x}{x^2}+\frac{x^2}{x^2}}{\frac{7}{x^2}+\frac{4x}{x^2}-\frac{5x^2}{x^2}}$$

$$= \lim_{x \to \infty} \frac{\frac{2}{x^2}-\frac{3x}{x^2}+1}{\frac{7}{x^2}+\frac{4x}{x^2}-5} = \frac{0-0+1}{0+0-5} = -\frac{1}{5}$$

Encuentre el $\lim_{x \to -\infty} \frac{2x^3}{1+x^3}$

Solución: $\lim_{x \to -\infty} \frac{2x^3}{1+x^3} =$

$$= \lim_{x \to -\infty} \frac{2}{\frac{1}{x^3}+1} = \frac{2}{0+1} = 2$$

Taller

En los siguientes ejercicios encontrar el valor del límite y según sea el caso indicar el teorema de los límites usados.

. $\lim_{x \to 2} \left(x^2 + 2x - 1 \right)$

. $\lim_{y \to 2} \dfrac{y^3 + 8}{y + 2}$

. $\lim_{x \to 0} \left(\sqrt{1+x} + \sqrt{1-x} \right)$

. $\lim_{x \to 5} \dfrac{\left(x^2 - 4x - 5 \right)}{x - 5}$

. $\lim_{x \to \infty} \dfrac{3x + 4}{\sqrt{x^2 - 5}}$

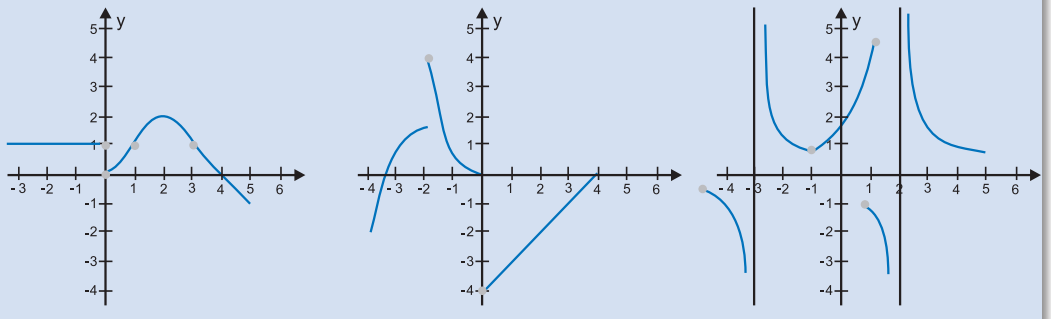
. $\lim_{x \to -\infty} \dfrac{4x^3 + 2x^2 - 5}{8x^3 + x + 2}$

. $\lim_{x \to \infty} \dfrac{\sqrt{x^2 + 4}}{x + 4}$

. $\lim_{x \to -\infty} \dfrac{3x + 4}{\sqrt{x^2 - 5}}$

. $\lim_{x \to -\infty} \dfrac{3x + 4}{3x^2 + 5x - 3}$

Revisa la continuidad de las siguientes funciones. Escribe los puntos del dominio donde la función es discontinua y justifica porqué.



La derivada

Como hemos visto, el proceso de pasar de la fórmula de una curva a la de su pendiente se llama diferenciación. El nombre refleja la idea de tomar pequeñas diferencias en las direcciones x e y, y calcular las pendientes de las líneas rectas resultantes. La función de la pendiente se llama la derivada de la función inicial (de la cual deriva).

En el caso del sencillo ejemplo que hemos considerado, la función 2x es la derivada de la función x^2. De modo semejante, la derivada de la función x^3 es $3x^2$, y en general la derivada de la función x^n para cualquier número natural n es nx^{n-1}.

La potencia de la invención de Newton y de Leibniz se debió a que el número de funciones que podían diferenciarse creció mucho a causa del desarrollo del cálculo diferencial, una serie de reglas para diferenciar funciones complicadas. El desarrollo de este cálculo dio cuenta también del enorme éxito del método en distintas aplicaciones, a pesar de su dependencia de esquemas de razonamiento que no se comprendían del todo. Los expertos sabían qué hacer, aunque no supieran por qué funcionaba el método. Muchos estudiantes de las clases actuales de cálculo tienen una experiencia similar.

Las reglas del cálculo se describen más cómodamente mediante la terminología moderna, expresando las funciones arbitrarias de x mediante expresiones tales como f(x) o g(x), y sus derivadas (que también son funciones de x) mediante $f'(x)$ o $g'(x)$, respectivamente. Así, por ejemplo, si usamos la expresión f(x) para denotar la función x^5, entonces $f'(x) = 5x^{5-1} = 5x^4$.

Una de las reglas del cálculo da la derivada de la función Af(x) (es decir, A * f(x)), en la que A es un número cualquiera (una constante). La derivada es simplemente el producto de A por la derivada de f(x), o sea, la función A $f'(x)$. La derivada de la función $41x^2$, por ejemplo, es 41 * 2x, es decir, 82 x.

Otra regla es que la derivada de una función suma de la forma f(x) + g(x) es simplemente la suma de las derivadas de las funciones individuales, o sea, $f'(x)$ o $g'(x)$. Así, por ejemplo, la derivada de la función $x^3 + x^2$ es $3x^2 + 2x$. Una regla semejante se aplica a la diferencia de funciones f(x) - g(x).

Empleando las dos reglas anteriores es posible diferenciar cualquier función polinómica, puesto que los polinomios se forman mediante potencias de x a las que se les aplica factores constantes y las reglas de la adición. La derivada de la Función $5x^6 - 8x^5 + x^2 + 6x$, por ejemplo: es $30x^5 - 40x^4 + 2x + 6$.

Observemos lo que ocurre en el último ejemplo cuando se diferencia la función 6x La derivada es 6 multiplicado por la derivada de la función x. Aplicando la regla según la cual la derivada de una potencia x^n nx^{n-1} es, la derivada de la función x, que es lo mismo que x^1, es $1x^{1-1}$, esto es, $1x^0$. Pero cualquier número elevado a la potencia O es igual a 1. Así pues, la derivada de la función x es precisamente 1.

¿Qué ocurre cuando tratamos de diferenciar un número invariable, como por ejemplo el 11? Este problema se presentaría si tratáramos de diferenciar la función polinómica $x^3 - 6^{x^2} - 4x + 11$. Recordemos que la diferenciación es un proceso que se aplica a fórmulas y no a números; se trata de un método para determinar pendientes. Así pues, para diferenciar 11 debemos considerarlo en lugar de un número como una función, la que da el valor 11 para cualquier valor de x. Este modo de considerar un número pudiera parecer extraño, pero cuando se representa de manera gráfica se aprecia que es perfectamente natural. La "función" 11 es precisamente una línea horizontal trazada 11 unidades por encima del eje x, es decir, pasando por el punto 11 del eje y. No hace falta recurrir al cálculo para obtener la pendiente de esta función: es 0. En otras palabras, la derivada de una función constante, tal como la función 11, es 0.

Cauchy desarrolló su teoría de límites con el fin de proporcionar un fundamento a las reglas del cálculo tales como las que acabamos de describir. Tanto en el caso de la multiplicación por una constante como en el de la suma o diferencia de dos funciones, las reglas (o pautas) de diferenciación resultan ser bastante

inmediatas. En el caso del producto de una función por otra, el patrón es algo más complicado. La fórmula de la derivada de una función de la forma $f(x) * g(x)$ es $f(x) * g'(x) + g(x) * f'(x)$.

Otras funciones para las cuales las derivadas tienen pautas sencillas son las funciones trigonométricas: la derivada de sen(x) es cos(x), la derivada de cos(x) es -sen(x), y la derivada de tan(x) es $1 / (\cos(x))^2$.

Igualmente sencillo es el patrón de la función exponencial: la derivada de ℓ^x es la propia ℓ^x, lo que significa que la función exponencial goza de la propiedad única de que su pendiente en un punto cualquiera es exactamente igual a su valor en dicho punto.

En los casos de las funciones seno, coseno y exponencial (aunque no ocurre lo mismo para todas las funciones definidas mediante series infinitas), resulta que la derivada se puede obtener diferenciando las series infinitas término a término, como si se tratara de un polinomio finito. Puede comprobar los resultados anteriores por usted mismo.

La diferenciación de la función logaritmo natural, Ln x, obedece también a una pauta sencilla: la derivada de Ln x es la función 1 /x.[4]

La pendiente de una recta se puede determinarse aplicando la formula de dos puntos. $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$, en este tipo de funciones la pendiente es constante sobre el dominio de la función. La pendiente constituye una medida exacta de la tasa de cambio y la velocidad del valor de y respecto al que se opera en el valor de x.

En las funciones no lineales la tasa de cambio y la velocidad en el valor de y en relación con un cambio en x no es constante. Sin embargo una manera de describir parcialmente las funciones no lineales es la tasa promedio de cambio y la velocidad promedio sobre algún intervalo, mediante el cociente de la diferenciación.

Cociente de la diferenciación

En dos puntos cualesquiera de una función que tenga coordenadas [x, f(x)] y [(x +), f(x +)] el cociente de la diferenciación ofrece una expresión general.

- Representa la tasa promedio de cambio y la velocidad promedio
- En el valor de Y y respecto al que se opera en x mientras pasa de [x, f(x)] y [(x +), f(x +)].
- Calcula la pendiente de la SEC que une a los dos puntos.

La razón de estos cambios es: $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$.

Y ahora definamos la tasa instantánea de cambio y la velocidad instantánea en el instante c mediante:

$$m_{\tan} = \lim_{\Delta x \to 0} m_{\sec} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta X}$$

Ejemplo:

El ICA detecto una propagación de roya en las zonas cafeteras de Colombia, un agrónomo estima que el número de hectáreas que se contaminaran es una función del tiempo transcurrido desde que se detecto la plaga. Inconcreto la función es:

$$f(t) = 300t^3 - 20t^2$$

¿Cuál es la tasa promedio de propagación de la plaga entre $t=10$ y $t=15$?

Solución: para hallar la tasa promedio utilizamos el cociente de diferenciación

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{300(t+\Delta t)^3 - 200(t+\Delta t)^2 - (300t^3 - 200t^2)}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{300t^3 + 900t^2\Delta t + 900t(\Delta t)^2 + (\Delta t)^3 - 200t^2 - 400t\Delta t - (\Delta t)^2 - 300t^3 + 200t^2}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = \frac{(900t^2 + 900t(\Delta t) + (\Delta t)^2 - 400t - (\Delta t))(\Delta t)}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = (900t^2 + 900t(\Delta t) + (\Delta t)^2 - 400t - (\Delta t))$$

si $t = 10$ entonces $t + \Delta t = 15$ de donde $\Delta t = 5$, remplazamos a t y a Δt en el resultado anterior y obtenemos la tasa promedio

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} = (900(10)^2 + 900(10)(5) + (5)^2 - 400(10) - (5)) = 135025 - 4005 = 131020$$

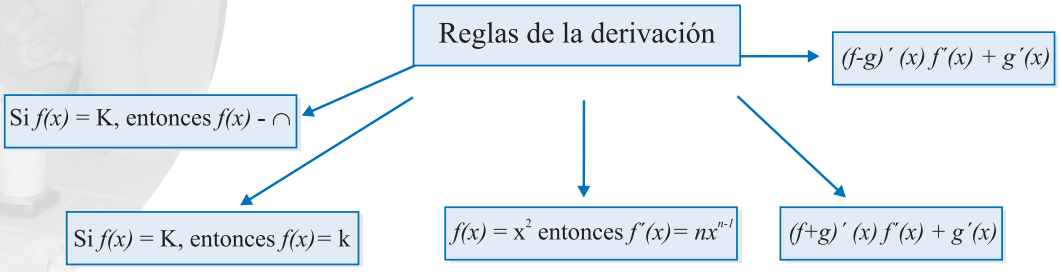
La tasa de propagación de la plaga es de 131020 hectáreas.

La derivada de una función f es otra función f' (léase "efe prima" cuyo valor para un número cualquiera x es: $f'(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$, una vez que dicho límite exista.

Si este límite existe decimos que f es diferenciable en x, encontrar la derivada se llama derivación; la parte del cálculo asociada con la derivada es el cálculo diferencial.

Reglas para calcular derivadas

El proceso para calcular la derivada de una función f a partir de la definición es tedioso y un poco largo. Vamos a estudiar unos instrumentos que existen y nos permiten calcular las derivadas de las funciones más complicadas en una forma sencilla y rápida.



- **Regla de la función constante**

  Si f(x)=k, donde k es una constante para cualquier x es es decir: $D_x k=0$

  Demostración: $f'(x)=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{f(x+\Delta x)-f(x)}{\Delta x}=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{k-k}{\Delta x}=0$

- **Regla de la función identidad**

  Si f(x)=x entonces$f'(x)=1$; es decir, $D_x k=1$

  Demostración: $f'(x)=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{f(x+\Delta x)-f(x)}{\Delta x}=\lim_{\Delta x\to 0}\frac{x+\Delta x-x}{\Delta x}=\lim_{\Delta x\to 1}\frac{\Delta x}{\Delta x}=1$

- **Regla de la potencia**

  Si f(x)= x^n donde n es un entero positivo, entonces $f'(x) = nx^{n-1}$, es decir $D_x x^n= nx^{n-1}$

  Ejemplo: $D_x x^5=5x^4$, $D_x x^{10}=10x^9$, $D_x x^{100}=100x^{99}$

- **Regla del múltiplo constante**

  Si k es una constante y f es una función diferenciable, entonces $(kf)'(x)=k*f'(x)$ es decir: $D_x[k*f(x)]=k*D_x f(x)$.

  Ejemplo: $D_x[-7x^4]=7*D_x x^4=7*4x^3=28x^3$.

- **Regla de la suma**

Si f y g son dos funciones diferenciables, entonces $(f+g)'(x)=f'(x)+g'(x)$ es decir $D_x[f(x)+g(x)]=D_xf(x)+D_xg(x)$.

Ejemplo: si f(x)= x^5+5 x^5+5, entonces $f'(x)=5x^4+0$, $f'(x)=5x^4$.

- **Regla de la diferencia**

Si f y g son dos funciones diferenciables, entonces $(f-g)'(x)=f'(x)-g'(x)$ es decir $D_x[f(x)-g(x)]=D_xf(x)-D_xg(x)$.

Ejemplo: si f(x)=$x^2-5x-10$, entonces $f'(x)=2x-5-0$, $f'(x)=2x-5$.

- **Regla del producto**

Si f y g son dos funciones diferenciables, entonces $(f*g)'(x)=f'(x)g(x)+f(x)g'(x)$ es decir, $D_x[f(x)-g(x)]=D_xf(x)*g(x)+f(x)D_xg(x)$.

Ejemplo: si h(x)= $(3x^3+5)(2x^{5-}2)$, entonces $h'(x)=(9x^2)(2x^5-2)+(3x^3+5)(10x^4)$

$h'(x)=(18x^7-18x^2)+(30x^7+50x^4)$

$h'(x)=48x^7+50x^4-18x^2$.

Para comprobar multiplicamos primero y derivamos después.

$(3x^3+5)(2x^{5-}2)=6x^8+10x^5-6x^3+10$

$D_x[(3x^3+5)(2x^5-2)]=D_x(6x^8)+D_x(10x^5)-D_x(6x^3)+D_x(10)$

$=48x^7+50x^4-18x^2$

- **Regla del cociente**

Si f y g son dos funciones diferenciables y g es diferente de cero, entonces

$$\left(\frac{f}{g}\right)(x)=\frac{g(x)*f'(x)-f(x)*g'(x)}{g^2(x)}$$

es decir, $$D_x\left[\frac{f(x)}{g(x)}\right]=\frac{g(x)*D_xf(x)-f(x)*D_xg(x)}{g^2(x)}$$

Ejemplo: encuentre la derivada de $\frac{3x^2-6}{x+3}$

$$D_x\left(\frac{3x^2-6}{x+3}\right)=\frac{(x+3)*D_x(3x^2-6)-(3x^2-6)D_x(x+3)}{(x+3)^2}$$

$$=\frac{(x+3)(6x)-(3x^2-6)(1)}{(x+3)^2}$$

$$=\frac{6x^2+18x-3x^2+6}{(x+3)^2}$$

$$=\frac{3x^2+18x+6}{(x+3)^2}$$

Derivada del seno y del coseno

Nuestro mundo moderno viaja sobre ruedas. La cuestión relativa a la rotación de ruedas y velocidades de dos puntos de ellas conducen de manera inevitable al estudio del seno y del coseno y sus derivadas.

Para la demostración de la derivada del seno apelamos a la definición de derivada y usamos la identidad de adición para sen(x + h).

$$D_x(senx) = \lim_{h \to 0} \frac{sen(x+h) - senx}{h}$$

$$= \lim_{h \to 0} \frac{senx\cosh + \cos x\, senh - senx}{h}$$

$$= \lim_{h \to 0} \left(-senx \frac{1-\cosh}{h} + \cos x \frac{senh}{h} \right)$$

$$(-senx)\left[\lim_{h \to 0} \frac{1-\cosh}{h}\right] + (\cos x)\left[\lim_{h \to 0} \frac{senh}{h}\right]$$

En forma semejante se trabaja la demostración de la derivada del cos(x) que es igual a -sen(x).

$$= (-senx) * 0 + (\cos x) * 1$$

$$= \cos x$$

Teorema

Las funciones f(x)= sen(x) y g(x)=cos(x) son diferenciables ambas. En efecto, $D_x(senx) = \cos x \quad D_x(\cos x) = -senx$

- **Regla de la cadena**

  Si Y=f (u) es una función derivable y U=g(x) es también una función derivable entonces, $\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} * \frac{du}{dx}$, esta regla se aplica concretamente a las funciones compuestas.

Ejemplo:

Si y = f(u)= u^2-2u+1 y $u = g(x) = x^2$-3 entonces $\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} * \frac{du}{dx}$, para esto buscamos $\frac{dy}{du}$ y $\frac{du}{dx}$, luego multiplicamos los resultados para obtener $\frac{dy}{dx}$.

$\frac{dy}{du} = 2u - 2$ Y $\frac{du}{dx} = 2x$ para poder multiplicar tenemos que transformar todo a una sola variable para esto sustituimos el valor de u en $\frac{dy}{du}$ y obtenemos $2(x^2-3) - 2 = 2x^2-8$.

$$\frac{dy}{dx} = \left(2x^2 - 8\right) * \left(2x\right)$$

$$\frac{dy}{dx} = \left(4x^3 - 16x\right)$$

Ejemplo: una partícula se mueve a lo largo del eje coordenado y s, su distancia en centímetros desde el origen al concluir t seg., está dada por:

Encuentre la velocidad instantánea de la partícula al final de 3 segundos.

Solución:

$$v = \lim_{h \to 0} \frac{f(3+h) - f(3)}{h}$$

$$= l \lim_{h \to 0} \frac{\sqrt{5(3+h)+1} - \sqrt{5(3+1)}}{h}$$

$$= \lim_{h \to 0} \frac{\sqrt{16+5h} - 4}{h}$$

Para evaluar este límite racionalicemos el numerador (multiplicando el numerador y el denominador por $\sqrt{16+5h} + 4$, obtenemos

$$v = \lim_{h \to 0} \left(\frac{\sqrt{16+5h}-4}{h} * \frac{\sqrt{16+5h}+4}{\sqrt{16+5h}+4} \right)$$

$$v = \lim_{h \to 0} \frac{16+5h-16}{h\left(\sqrt{16+5h}+4\right)}$$

$$v = \lim_{h \to 0} \frac{5}{\left(\sqrt{16+5h}+4\right)} = \frac{5}{\sqrt{16}+4} = \frac{5}{8}$$

Derivadas de orden superior

La operación derivada toma una función f y produce una función f', si tomamos la función f' y la derivamos vamos a encontrar otra función f'' que se denomina efe biprima o segunda derivada y si seguimos tomando la función f'' y la derivamos nos produce una nueva función f''' y así sucesivamente donde vamos a encontrar las funciones de orden superior:

f' Primera derivada
f'' Segundad derivada
f''' Tercera derivada
f^n n-ésima derivada.

Como la primera derivada la utilizamos en física para encontrar la velocidad instantánea que es la variación de la distancia con respecto al tiempo. Ahora tomamos la segunda derivad donde vamos a tener la variación de la velocidad con respecto al tiempo, dicho en forma física encontramos la aceleración de una partícula, que la designamos con la letra a, entonces $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$.

Ejemplo:

Suponga que se arroja una pelota hacia arriba desde lo alto de un de un edificio de 160 pies de altura con una velocidad inicial de 64 pies por segundo.

- ¿Cuándo alcanza la altura máxima?
- ¿Cuál es la altura máxima?
- ¿Cuál es la aceleración al momento?

Solución:

Sea $t=0$ que corresponda al instante cuando la pelota es arrojada.

Entonces $s_o=160$ y $v_o=64$, por lo que

$$s = -16t^2 + 64t + 160$$
$$v = \frac{ds}{dt} = -32t + 64$$
$$a = \frac{dv}{dt} = -32$$

a. La bola alcanza su altura máxima en el momento en que su velocidad es 0; esto es cuando $-32t+64=0$ o sea en $t=2$

b. Cuando $t=2$, $s=-16(2)^2+64(2)+160=224$pies.

La aceleración es siempre de -32 pies por segundo. Esta es la aceleración de la gravedad cerca del nivel del mar.

Derivadas implícitas

Si Y es una función definida por la ecuación $y=3x^2+5x+1$ entonces y está definida explícitamente en términos de x. Sin embargo no todas las funciones están definidas explícitamente por ejemplo si tenemos $x^5-2x=3y^5+y^4-y^2$ no la podemos resolver explícitamente para Y como una función de x. ¿Es posible encontrar $\frac{dy}{dx}$ en estas circunstancias? Si, derivado con respecto a x ambos miembros de la ecuación $x^5-2x=3y^5+y^4-y^2$, por lo tanto al usar la regla de la cadena en el segundo miembros tenemos $5x^4 - 2 = 15y^4 \frac{dy}{dx} + 4y^3 \frac{dy}{dx} - 2y \frac{dy}{dx}$ donde podemos factorizar y obtener $5x^4 - 2 = \left(15y^4 + 4y^3 - 2y\right)\frac{dy}{dx}$, despejando $\frac{dy}{dx}$ obtenemos la ecuación de la derivada de la función implícita, entonces $\frac{dy}{dx} = \frac{5x^4 - 2}{15y^4 + 4y^3 - 2y}$.

C. A nivel de física

Electricidad y magnetismo

El conocimiento de los fenómenos eléctricos y magnéticos ha influenciado notablemente la vida de los seres humanos. Sus múltiples aplicaciones van desde la iluminación hasta los diversos aparatos que facilitan las tareas en el hogar o en el trabajo. Es difícil imaginar las sociedades actuales sin la electricidad.

Para el estudio de estos fenómenos iniciamos con el estudio de la electrostática o sea el estudio de las cargas eléctricas en reposo para, posteriormente, trabajar la corriente eléctrica. Para finalizar se trata el fenómeno del magnetismo.

Taller

- ¿Qué es la electricidad?
- En su región, ¿para qué se utiliza la electricidad?
- ¿Qué es un rayo? ¿Por qué se produce?
- ¿Qué importancia tiene conocer, desde el punto de vista físico, los fenómenos eléctricos?

No podemos poner en duda la importancia que tiene la electricidad. La bombilla, el radio, la grabadora, el televisor, los computadores y los motores eléctricos son solo unos ejemplos de dispositivos que funcionan gracias a la electricidad y que se convirtieron en elementos necesarios en la vida de los seres humanos de hoy.

Por otra parte, el conocimiento de los fenómenos eléctricos nos permite manejarlos adecuadamente, previniendo situaciones que ponen en peligro la vida.

Los primeros habitantes de este planeta se horrorizaban con la ocurrencia de una tempestad, porque veían el poder destructor de los rayos, hoy en día se sabe qué es un rayo y se utilizan dispositivos que evitan el daño que podrían causar.

En esta parte del curso de física, centraremos nuestra atención en el estudio de la electricidad. Inicialmente estudiaremos las cargas eléctricas en reposo (electrostática) y luego la corriente eléctrica.

Electrostática

Estudia las cargas eléctricas en reposo.

Visión clásica de la estructura de la materia

La química nos enseña que la materia está constituida por *átomos* y estos a su vez por *protones y neutrones* que se localizan en el núcleo del átomo y por *electrones* que giran alrededor del núcleo. Los protones y los electrones poseen una propiedad física fundamental que se denomina *carga eléctrica*. Los protones poseen *carga positiva* y los electrones *carga negativa*. Los neutrones, como su nombre lo indica, no poseen carga eléctrica.

Experimento

Material:

- Papel picado.
- Peine o lapicero de pasta.
- Pequeña barra metálica (puntilla grande o lapicero metálico)

Procedimiento:

Frotar vigorosamente, el peine o lapicero de pasta, con su cabello o con un paño de lana. Acercarlo a los papeles. ¿Qué observa? ¿Cómo explica este fenómeno? Realizar el mismo procedimiento con la barra de metal. ¿Qué observa? ¿Qué explicación tiene para esto?

Cuando se frotan dos cuerpos entre sí, cierta cantidad de electrones pasa de un cuerpo al otro. El cuerpo que recibe los electrones queda cargado negativamente por exceso de electrones y el que los pierde queda cargado positivamente puesto que queda con exceso de protones. Por lo tanto, un cuerpo está cargado eléctricamente cuando posee cierta cantidad adicional de electrones o cuando ha perdido electrones. En estado normal los cuerpos son eléctricamente neutros, poseen igual cantidad de protones que de electrones.

Materiales aislantes y conductores

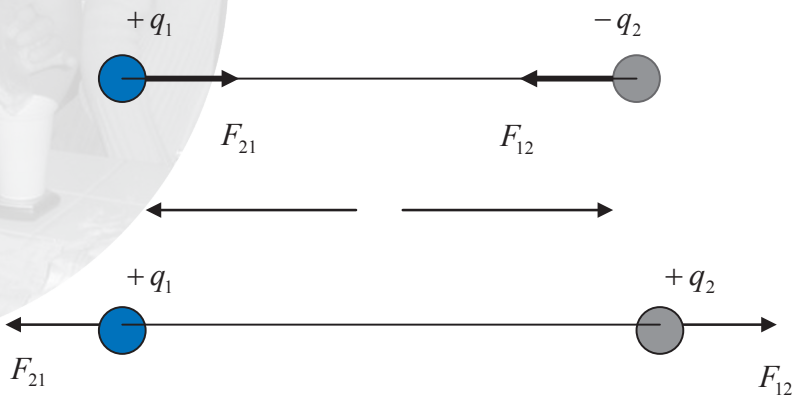
En ciertos materiales, los electrones que se encuentran en la parte más externa de sus átomos experimentan una fuerza de atracción muy débil de tal manera que ellos se mueven libremente pasando de un átomo a otro. Por esta razón, cuando se someten a una fuerza eléctrica, ejercida por algún objeto cargado, se presenta un movimiento de estos electrones a lo largo del material produciendo una corriente eléctrica. Estos materiales reciben el nombre de *conductores*. Los metales, la tierra y el cuerpo humano, son ejemplos de materiales conductores.

En otros materiales, la fuerza de atracción de los núcleos sobre los electrones es suficientemente fuerte para no permitir que ellos se desprendan de sus átomos y por lo tanto no se permite el flujo de electrones a través del material. Estos materiales son los *aislantes o dieléctricos*. Son materiales aislantes, el caucho, la madera, los plásticos, entre otros.

La ley de Coulomb

Entre dos cuerpos que se encuentran cargados eléctricamente existen fuerzas de atracción si los cuerpos poseen cargas de diferente signo o de repulsión (rechazo) si poseen cargas de igual signo.

El físico francés Charles Coulomb demostró experimentalmente que la fuerza con la cual se atraen o repelen dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Dicha fuerza va en la misma dirección de la recta que une las cargas como se muestra en la figura.



$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

En el sistema internacional (S. I.) la unidad de carga eléctrica es el Coulomb (C) y se define como la carga que colocada a 1 m de distancia de otra carga igual, en el vacío, la repele con una fuerza de 9 x 10^9 N.

En el sistema C. G. S. la unidad de carga es el Statcoulomb (stC) que corresponde a la carga que colocada a 1 cm de otra carga igual en el vacío, la repele con una fuerza de 1 dina.

Por lo tanto, la constante de proporcionalidad K es igual a:

$$K = 9\times10^9 \frac{N\cdot m^2}{C^2} \quad \text{o} \quad K = 1\frac{din\cdot cm^2}{stc^2}$$

Millikan encontró experimentalmente que la carga del electrón (e^-) es:

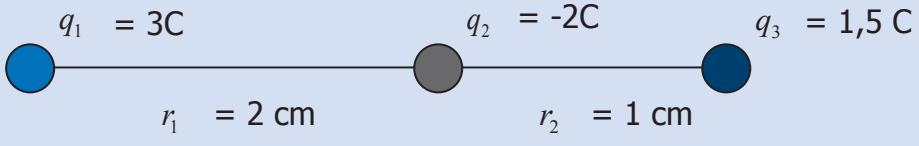
$$e^- = -1{,}6 \times 10^{-19}\ C.$$

Taller

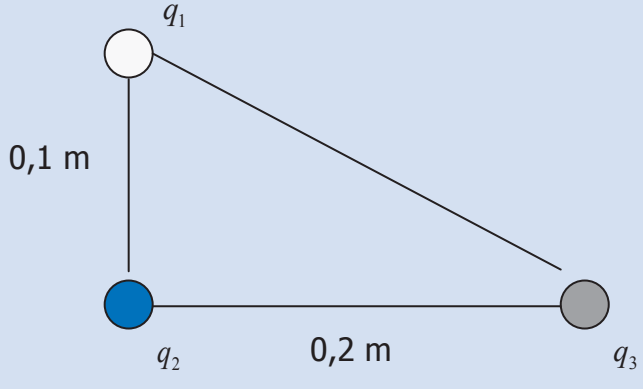
- Calcular la fuerza eléctrica entre dos cargas de 2 C y – 4 C, que se encuentran a una distancia de 20 cm.

- Una esfera metálica posee una carga de – 3,2 C. ¿A cuántos electrones corresponde dicha carga?

- Tres cargas eléctricas, se encuentran colocadas como se muestran en la figura; calcular la fuerza eléctrica que ejerce q_1 y q_2 sobre q_3 y la fuerza que ejerce q_1 y q_3 sobre q_2.



- Tres cargas eléctricas q_1 = 1 C; q_2 = -2 C y q_3= 3 C; se encuentran en los vértices de un triángulo rectángulo. Calcular la fuerza resultante ejercida por q_1 y q_3 sobre q_2 .



El campo eléctrico

la región del espacio que rodea la Tierra, en la cual todo cuerpo que allí se encuentra es atraído, se denomina *campo gravitacional* de la Tierra.

De igual manera, el *campo eléctrico*, es la región del espacio que está alrededor de una carga eléctrica en reposo y en la cual la carga puede ejercer una fuerza de atracción o de rechazo (repulsión) sobre otra carga.

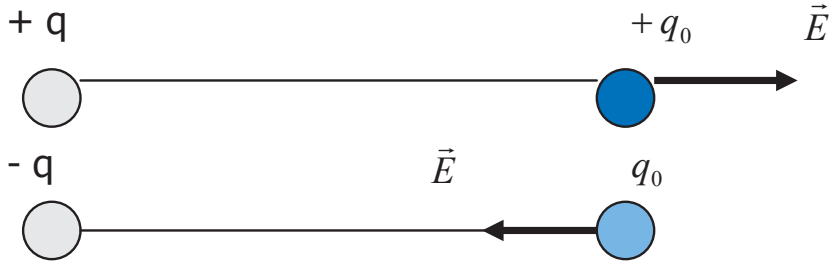
El campo eléctrico es una magnitud vectorial, por lo tanto, posee una intensidad (medida), una dirección y un sentido.

Si una carga de prueba (llamémosla $+q_0$), en un punto P, experimenta una fuerza de atracción o de repulsión (F), se define la intensidad del campo eléctrico en dicho punto como:

$$E = \frac{F}{q_0}$$

Las unidades en que se expresa esta magnitud son: en el sistema internacional N/C y en el sistema C. G. S. Din/stc.

La dirección y sentido del campo eléctrico en dicho punto es la misma de la fuerza F que experimenta la carga + q^0. Observar los siguientes dibujos:



Campo eléctrico producido por una carga puntual

$$E = \frac{F}{q_0}$$

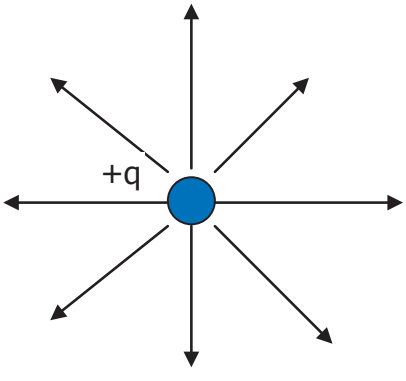
La fuerza entre dos cargas está dada por

$$F = K\frac{qq_0}{r^2}$$

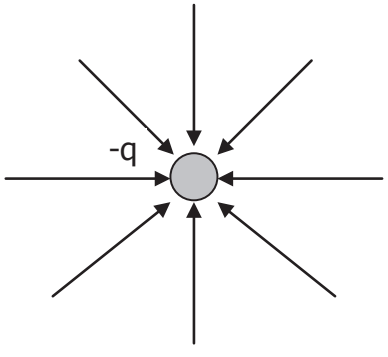
en consecuencia: $E = K\frac{q}{r^2}$

La intensidad del campo eléctrico producido por una carga puntual es directamente proporcional a la carga e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la carga y el punto en el cual se va a determinar.

El campo eléctrico se representa gráficamente por medio de las denominadas *líneas de fuerza* así:



Para carga positiva

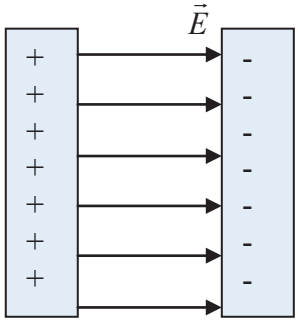


Para carga negativa

Observe que a medida que nos alejamos de la carga, las líneas de fuerza se separan. Esto indica que a medida que nos alejamos de la carga, el campo eléctrico tiene menor intensidad.

Campo eléctrico uniforme

Si tenemos dos placas paralelas con la misma cantidad de carga eléctrica pero de diferente signo y colocadas a una distancia pequeña, se forma entre las placas un campo eléctrico uniforme, esto es, la intensidad, la dirección y el sentido son iguales en cualquier punto dentro de las placas.



Observe que las líneas de fuerza son paralelas lo cual nos indica la uniformidad del campo eléctrico.

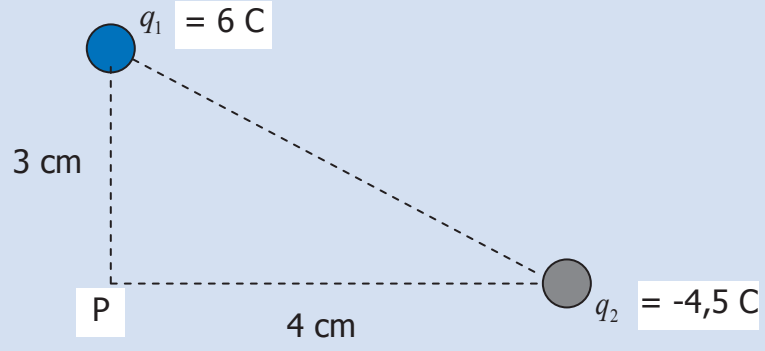
Taller

- Calcular la intensidad del campo eléctrico producido por una carga puntual de 4×10^{-5} C a 5 cm. de distancia de la carga. Realizar un dibujo en donde se indique la dirección y el sentido del campo eléctrico.

- Dos cargas eléctricas de 2 C y –1.5 C, se encuentran sobre una recta horizontal a una distancia de 10 cm. Calcular la intensidad del campo eléctrico, producida por las dos cargas en un punto entre las dos cargas a 6 cm. de la carga de 2 C y en un punto a 2 cm. de la carga de -1,5 C en la misma recta por fuera de las cargas.

- La intensidad del campo eléctrico entre dos láminas paralelas cargadas separadas 3 cm, es de 3 x 103 N/C. Un electrón parte del reposo desde la lámina cargada negativamente hacia la cargada positivamente. Calcular: la aceleración que experimenta el electrón y el tiempo que emplea en su recorrido.

- De acuerdo a la gráfica calcular la intensidad del campo eléctrico en el punto P.



El potencial eléctrico

Taller

- ¿Qué es el voltaje?

- ¿Cuál es el voltaje de la energía eléctrica que llega a su casa?

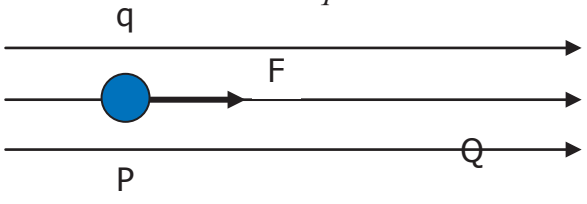
- Si en las instrucciones de manejo de un electrodoméstico dice que el voltaje es de 110 V y se conecta a una diferencia de potencial de 220 V, ¿qué le sucederá al aparato? En el caso contrario, ¿qué ocurre?.

- ¿Cuál es la importancia de leer las especificaciones técnicas de un aparato que funciona con electricidad antes de conectarlo y ponerlo en funcionamiento?

Una carga eléctrica colocada en un campo eléctrico, experimenta una fuerza que produce en la carga un desplazamiento. Por lo tanto, la fuerza eléctrica ha realizado un trabajo (recordar la definición de trabajo).

La diferencia de potencial o voltaje (V) entre dos puntos P y Q de un campo eléctrico, se define como el trabajo hecho sobre la carga en la unidad de carga:

$$V = \frac{W}{q}$$



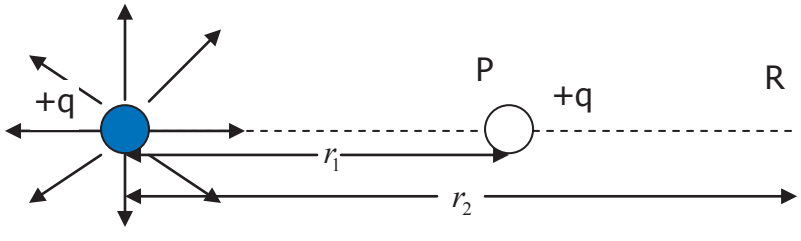
La diferencia de potencial o voltaje es una magnitud escalar. ¿Por qué?

Las unidades son:

$\frac{J}{C}$ = Voltio (V) ¿Qué significa 1 V?

$\frac{Erg}{stc}$ = Statvoltio (stV) ¿Qué significa 1 stV?

Potencial Eléctrico Producido por una Carga Puntual



El trabajo realizado por el campo eléctrico de q para trasladar la carga q´ desde el punto P hasta el punto R es:

$W = F_m (r_2 - r_2)$ donde F_m es la fuerza medida en el punto medio entre P y R.

Tenga en cuenta que la fuerza disminuye a medida que nos alejamos de q.

Como $F_m = K\frac{qq'}{r_m^2}$ entonces $W = K\frac{qq'}{r_m^2}(r_2 - r_1)$

Si la distancia entre P y R es muy pequeña $r_m^2 = r_1 \times r_2$ reemplazamos y tenemos:

$$W = K\frac{qq'}{r_1 \times r_2}(r_2 - r_1) \quad ; \qquad W = Kqq'\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

Como $V = \frac{W}{q'}$ entonces $V = Kq\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$ Si r_2 es muy grande (tiende a infinito) tenemos:

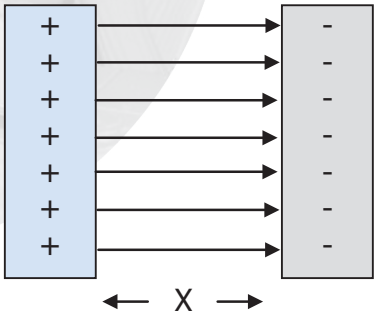
$V = K\frac{q}{r}$ que es la diferencia de potencial en el punto P con respecto al infinito.

En conclusión, el potencial eléctrico absoluto V de una carga puntual q a una distancia r está dado por la expresión:

$V = K\frac{q}{r}$ Si la carga q es negativa, el potencial es una cantidad negativa.

El potencial producido por varias cargas en un punto es la suma algebraica de los potenciales producidos por cada una de las cargas.

Potencial de un campo eléctrico uniforme



El potencial eléctrico es $V = \frac{W}{q}$ como W= Fx

Entonces $V = \frac{Fx}{q}$

La fuerza es $F = Eq$ entonces $V = \frac{Eqx}{q}$

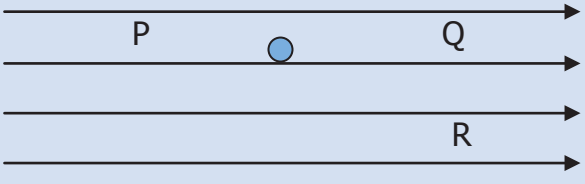
luego $V = Ex$, x es la distancia entre las dos placas.

Taller

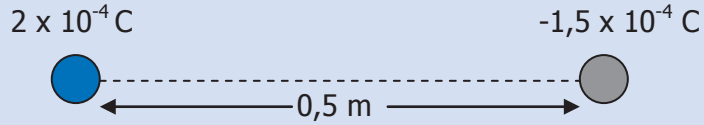
- Calcular el potencial eléctrico en un punto a 5 cm de una carga de 4 x 10^{-3} C.

- Una carga de 3 x 10^{-4} C se encuentra en un campo eléctrico uniforme de intensidad 2 x 10^{-2} N/C, como muestra la figura. Calcular:

  - La diferencia de potencial entre los puntos P y Q.
  - La diferencia de potencial entre los puntos Q y R.
  - El trabajo necesario para llevar la carga de P a Q y de P a R.
  - La distancia entre P y Q es de 4 cm. Y entre Q y R es de 3 cm.



De acuerdo a la gráfica, determinar el punto o los puntos sobre la recta que une las cargas en los cuales el potencial es nulo.



- En una pila o batería de las que se usan para las linternas o radios es frecuente ver escrito 1,5 V. ¿Qué significa esto?

La capacidad eléctrica

Cuando se introduce aire en una bomba de caucho, este ejerce una presión sobre las paredes de la bomba. La presión sobre las paredes aumenta en la medida en que aumenta la cantidad de aire que se introduce en la bomba. De la misma manera, cuando se carga un conductor aislado, el potencial eléctrico aumenta cuando aumenta la cantidad de carga. Existe, por lo tanto, una relación directa entre la carga suministrada al conductor y el potencial o voltaje a la cual se le da el nombre de *capacidad eléctrica*.

La capacidad eléctrica C de un conductor, es la razón entre la carga eléctrica q y su potencial o voltaje V:

$$C = \frac{q}{V}$$

Se expresa en Faradios (f) cuando la carga está en Coulomb y el potencial en voltios.

Una unidad muy utilizada es el microfaradio (μf) que es la millonésima parte de un faradio.

$$1\ \mu f\ = 10^{-6}\ \text{f.}$$

Condensadores

Son dispositivos en los cuales se almacena gran cantidad de electricidad en superficies que son relativamente pequeñas. Están constituidos por dos placas o armaduras que reciben la carga eléctrica (una se carga positivamente y la otra negativamente con la misma cantidad de carga) y están separadas por un medio que recibe el nombre de dieléctrico. Existen condensadores de capacidad fija y de capacidad variable.

La capacidad de un condensador se determina con la expresión:

$$C = \frac{q}{V}$$

Donde q es la carga que recibe una de sus placas y V es la diferencia de potencial a la cual se conecta el condensador.

Corriente eléctrica

Si tenemos dos recipientes de agua y deseamos producir una corriente, es necesario que los recipientes se encuentren a diferente nivel o altura. De la misma manera, si tenemos dos conductores aislados y cargados que se encuentran a diferente potencial, cuando se ponen en contacto por medio de un cable conductor, se produce una corriente eléctrica.

Intensidad de la corriente eléctrica

Es la cantidad de electricidad o de carga eléctrica que pasa a través de un conductor en la unidad de tiempo.

$$i = \frac{q}{t}$$

En el sistema internacional, la intensidad se expresa en Amperios (A), cuando la carga está en Coulomb y el tiempo en segundos.

En el sistema C. G. S. se expresa en statamperios, cuando la carga está en statcoulom y el tiempo en segundos.

Es frecuente expresar la intensidad de la corriente en miliamperios (mA) y en microamperios *(μa)*.

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A.}$$
$$1 \ \mu A = 10^{-6} \text{ A.}$$

Taller

- ¿Cuál es el potencial que adquiere un conductor de capacidad 2×10^{-2} f si recibe una carga de 0,5 C?
- ¿Cuál es en microfaradios la capacidad de un conductor que se carga con 9×10^{-5} C y adquiere un voltaje de 100 V?
- La capacidad de un condensador es de 5×10^{-6} f y la diferencia de potencial es de 6 V. ¿Cuál es la carga en cada armadura?
- Por un conductor circula una corriente de 12 A en un tiempo de 15 min. ¿Qué carga ha circulado por el conductor? ¿A cuántos electrones corresponde?
- Si por un conductor pasan 45 C en un tiempo de 15 seg, ¿cuál es la intensidad de la corriente que circula por el conductor?
- Hallar la intensidad de la corriente en un conductor si pasan 10^4 electrones en un tiempo de 10^{-6} seg.

Fuentes de energía eléctrica o generadores

Para mantener una corriente eléctrica en un conductor es necesario mantener constante la diferencia de potencial. *La fuente de energía o generador* es el dispositivo encargado de mantener constante la diferencia de potencial. La pila o batería es un ejemplo de generador o fuente de energía.

El generador necesita otro tipo de energía para su funcionamiento. La pila utiliza energía química, las hidroeléctricas utilizan la energía mecánica producto del movimiento del agua, las termoeléctricas utilizan la energía térmica del material que se usa como combustible, etc.

Fuerza electromotriz (Fem)

Se define para un generador, la fuerza electromotriz (fem) (ξ) como la cantidad de energía que se transforma en energía eléctrica por unidad de carga que pasa por el generador.

$$\xi = \frac{W}{q}$$

Observe que se expresa como la diferencia de potencial, de tal manera que tienen las mismas unidades.

Potencia de un generador

Se define como el trabajo efectuado por el generador sobre la carga por unidad de tiempo.

$$P = \frac{W}{t} \text{ como } \xi = \frac{W}{q} \text{ entonces } P = \frac{\xi q}{t} \text{ luego } P = \xi i$$

La potencia eléctrica es el producto de la fuerza electromotriz (diferencia de potencial) por la intensidad de la corriente.

El concepto de potencia ya se estudió en mecánica. Por lo tanto ya conoce las unidades en las cuales se expresa esta magnitud física.

Cuando pagamos el servicio de energía eléctrica que utilizamos en nuestras viviendas, pagamos por la energía consumida (trabajo).

La energía consumida es igual al producto entre la potencia y el tiempo que duramos utilizando la energía. Se utiliza como unidad de medida el kilovatio – hora (kwh).

Si tenemos 10 bombillas de 100 W cada una, encendidas durante 1 hora, decimos que se ha consumido 1 kwh de energía eléctrica.

Resistencia de un conductor eléctrico

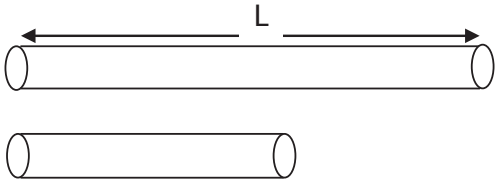
Resistencia es la oposición que presentan los conductores al paso de la corriente eléctrica.

La resistencia de un conductor depende de tres factores:

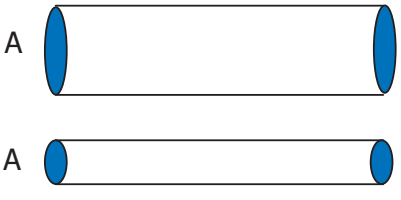
- La longitud del conductor: la resistencia es directamente proporcional a la longitud del conductor. Esto es, a mayor longitud del conductor, mayor es la resistencia que este opone al paso de la corriente.

- El área de la sección transversal del conductor: la resistencia es inversamente proporcional al área de la sección transversal del conductor. Cuando aumenta el área de la sección transversal del conductor, disminuye la resistencia.

- El material del conductor: todos los materiales no presentan la misma resistencia al paso de la corriente.



La resistencia de un conductor es directamente proporcional a la longitud del conductor.



La resistencia de un conductor es inversamente proporcional al área de la sección transversal del conductor.

De acuerdo a lo anterior, la resistencia de un conductor se expresa así:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde ρ es la resistencia específica o resistividad que depende del material del conductor.

En el sistema internacional, la resistencia se expresa en Ohmios (Ω) cuando la longitud se expresa en metros (m) y el área en (m^2). Por lo tanto, la resistividad (ρ) se expresa en:

$$\frac{\Omega m^2}{m} = \Omega m$$

La siguiente tabla muestra la resistividad de algunos conductores:

MATERIAL	ρ (Ωm)
Aluminio	$2{,}7 \times 10^{-8}$
Carbono	$3{,}5 \times 10^{-5}$
Cobre	$1{,}7 \times 10^{-8}$
Hierro	10×10^{-8}
Mercurio	94×10^{-8}
Plata	$1{,}5 \times 10^{-8}$

Taller

- Calcular la intensidad de la corriente que circula por una ducha eléctrica si consume 1000 W y está conectada a una diferencia de potencial de 110 V.
- Hallar la intensidad de la corriente que pasa a través de una bombilla de 100 W si se encuentra conectada a una diferencia de potencial de 110 V.
- ¿Cuál es la intensidad de la corriente en la misma bombilla del problema anterior si la diferencia de potencial es de 220 V?
- ¿Cuál es la energía que consume una bombilla de 100 W si se deja encendida durante 3 h?
- Hallar la energía consumida por un motor eléctrico de 2 H. P. si trabaja durante 1,5 h.

- ¿Por qué los cables que conducen la electricidad para una ducha eléctrica o una plancha son más gruesos que los cables que conducen la electricidad para una bombilla?
- ¿Cómo se manifiesta la resistencia que presentan los conductores al paso de la corriente eléctrica?
- Determinar la resistencia de un conductor de cobre de 3 m de largo y 0,2 cm de diámetro.
- ¿Cuál debe ser el diámetro de la sección transversal de un cable de aluminio para que tenga una resistencia de 10 si tiene una longitud de 50 m?
- En un alambre de cobre de 2 mm de diámetro y 350 km de longitud, circula una corriente de 12 A. Calcular la diferencia de potencial en los extremos del alambre.

La ley de Ohm

El físico alemán George S. Ohm (1787 – 1854) determinó la relación que existe entre la intensidad de la corriente que circula por un conductor y la diferencia de potencial aplicada en los extremos de dicho conductor.

Determinó que la intensidad de la corriente es directamente proporcional a la diferencia de potencial o voltaje aplicado al conductor.

$$i \propto V$$

Por lo tanto $\frac{i}{V} = K$

La constante de proporcionalidad K corresponde a:

$$K = \frac{1}{R}$$

Donde R es la resistencia del conductor.

En consecuencia $\frac{i}{V} = \frac{1}{R}$ o $V = iR$

No todos los conductores obedecen la ley de Ohm, por lo tanto se habla de conductores ohmicos y no ohmicos.

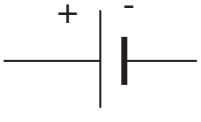
Taller

- ¿Cuál es la resistencia de una bombilla de 100 W que está conectada a una diferencia de potencial de 110 V?
- Calcular la resistencia de una plancha que consume 1000 W con una diferencia de potencial de 110 V.
- En un reverbero se lee 1200 W, 220 V. ¿Qué significan estos valores? ¿Cuál es la intensidad de la corriente que debe circular por el reverbero? ¿Cuál es su resistencia?

Circuitos eléctricos con resistencias

El circuito más sencillo que se puede construir está formado por una fuente de energía o generador, alambres conductores y una resistencia. Estos elementos tienen una representación simbólica que nos permite dibujar el circuito.

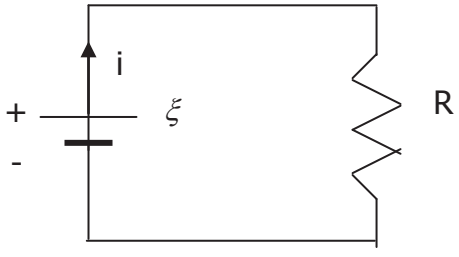
Fuente o generador: se representa por medio de dos segmentos de recta paralelos de diferente longitud, el segmento largo representa el borne o terminal de potencial más alto o sea el positivo y el más corto representa el borne de potencial bajo o sea el negativo.



Alambres conductores: se representan por medio de segmentos de recta.

Resistencias: se representan por medio de líneas quebradas.

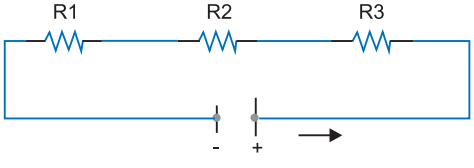
El circuito se representa así:



El sentido de la corriente se toma como se muestra en la figura.

Circuitos de resistencias en serie

El siguiente gráfico muestra un circuito con 3 resistencias conectadas en serie:



La corriente eléctrica tiene un solo camino para circular, por lo tanto, la intensidad de la corriente en las 3 resistencias es la misma:

$$i = i_1 = i_2 = i_3$$

La suma de las caídas de potencial o diferencias de potencial en cada resistencia debe ser igual a la fuerza electromotriz:

$$\xi = V_1 + V_2 + V_3$$

De acuerdo a la ley de Ohm $V = iR$ y reemplazando en la ecuación anterior tenemos: $iR_e = R_1 + R_2 + R_3$

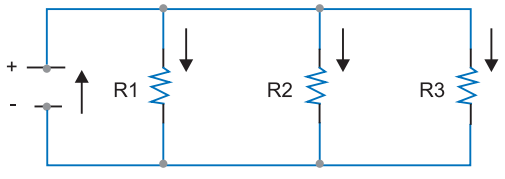
Simplificando, llegamos a: $R_e = R_1 + R_2 + R_3$

Por lo tanto, en el circuito de la figura, podemos cambiar las resistencias por una cuyo valor es la suma de las 3 resistencias. Dicha resistencia recibe el nombre de *resistencia equivalente.*

En general, para un circuito de resistencias en serie, tenemos las siguientes características:

- La intensidad de la corriente es la misma en todas las resistencias.
$$i = i_1 = i_2 = i_3 = \ldots = i_n$$
- La fem. es igual a la suma de las caídas de potencial en cada una de las resistencias.
$$\xi = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots + V_n$$
- La resistencia equivalente del circuito es igual a la suma de las resistencias conectadas en serie.
$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots + R_n$$

Circuitos de Resistencias en Paralelo



La figura muestra un circuito con 3 resistencias conectadas en paralelo. En este caso, la caída de potencial en cada una de las resistencias es igual a la fem.

$\xi = V_1 = V_2 = V_3$

Como la corriente eléctrica tiene diferentes caminos para circular:

$i = i_1 + i_2 + i_3$

La intensidad de la corriente es mayor cuando la resistencia es menor. ¿Por qué?

De la ley de Ohm $i = \frac{V}{R}$ por lo tanto:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

El recíproco de la resistencia equivalente es igual a la suma de los recíprocos de las resistencias del circuito.

Las características del circuito de resistencias en paralelo son:

- La diferencia de potencial en los extremos de cada una de las resistencias es la misma e igual a la fem.

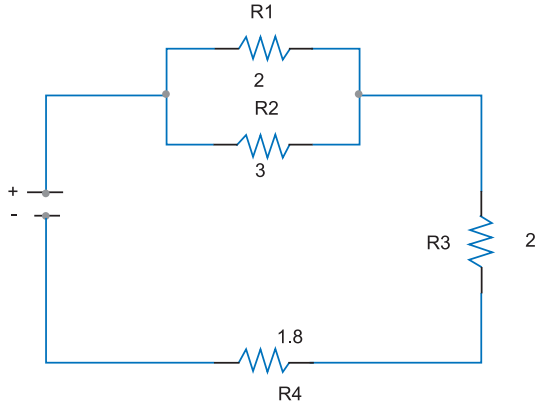
$$\xi = V_1 = V_2 = V_3 = \ldots = V_n$$

- La intensidad de la corriente en el circuito es igual a la suma de las intensidades de la corriente en cada una de las resistencias.

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \ldots + i_n$$

- El recíproco de la resistencia equivalente es igual a la suma de los recíprocos de las resistencias del circuito.

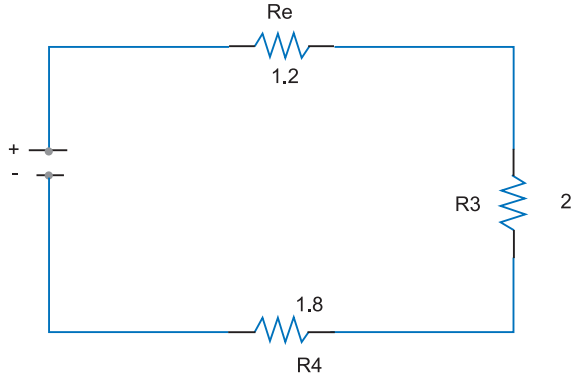
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$



Como R_1 y R_2 están conectadas en paralelo, tenemos:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{3\Omega}$$
$$\frac{1}{R_e} = \frac{5}{6\Omega}$$
$$R_e = 1{,}2\Omega$$

Ahora el circuito podemos dibujarlo así:



Tenemos 3 resistencias conectadas en serie, por lo tanto:

$$R_{et} = R_e + R_3 + R_4$$
$$R_{et} = 1{,}2\Omega + 2\Omega + 1{,}8\Omega$$
$$R_{et} = 5\Omega$$

Valor correspondiente a la resistencia equivalente de todo el circuito.

Taller

- Si el generador tiene una fem. de 12 V. ¿Cuál es la intensidad de la corriente que pasa por el circuito?

- Como conocemos la resistencia equivalente y de acuerdo a la ley de Ohm, tenemos:

$$i = \frac{\xi}{R_{et}} = \frac{12V}{5\Omega} = 2{,}4\,A$$

  - » ¿Cuál es la diferencia de potencial en R_e ?

Como esta resistencia se encuentra conectada en serie, la intensidad de la corriente que circula por ella es igual a la intensidad de la corriente en el circuito, por tanto:

$$V = iR_e = 2{,}4A \times 1{,}2\Omega = 2{,}88V$$

  - » ¿Cuál es la intensidad de la corriente en R_1?

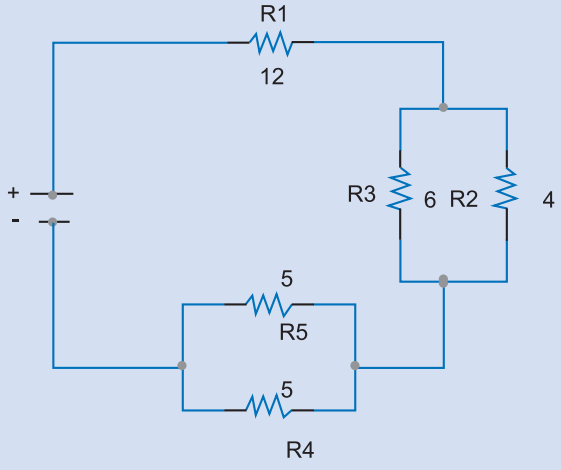
$$i_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{2{,}88V}{2\Omega} = 1{,}44\,A$$

¿Por qué?

- ¿Por qué los aparatos eléctricos de una casa no están conectados en serie?

- De algunos ejemplos de conexiones en serie?

- De acuerdo al circuito de la figura, calcular:



  - » La resistencia equivalente total del circuito.
  - » La intensidad de la corriente que circula en el circuito.
  - » La diferencia o caída de potencial en R_1.
  - » La intensidad de la corriente en R_2 y en R_4.

Magnetismo

Los primeros fenómenos relacionados con el magnetismo fueron observados hace más de 2000 años cuando ciertas piedras, encontradas en la antigua ciudad de Magnesia, atraían trozos de hierro que no estaban magnetizados. A dicha piedra se le dio el nombre de *magnetita* (un óxido de hierro: Fe_3O_4). La fuerza de atracción se denominó *magnetismo* y el material que lo produce se denominó *imán*.

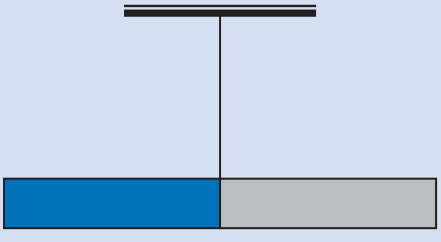
Experimento

Materiales

- Barra de imán.
- Limadura de hierro.
- Cuerda.

Procedimiento

- Con la cuerda ate la barra de imán por el centro y suspéndala como un péndulo. ¿Qué observa?
- Ahora, acerque la barra de imán a la limadura de hierro y luego retírela. ¿Qué observa?



Cuando se acerca una barra de imán a la limadura de hierro y luego se retira, observamos que la mayor cantidad de limadura se pega en los extremos del imán.

Estas regiones, en las cuales se percibe el fenómeno magnético con mayor intensidad se denominan *polos magnéticos.*

Cuando se suspende una barra de imán de una cuerda, este gira hasta alinearse en la dirección norte – sur de la Tierra. El extremo del imán que apunta hacia el norte geográfico se denomina *polo norte magnético* y el extremo que apunta al polo sur geográfico se denomina *polo sur magnético*. Esta consideración se utiliza en la *brújula* que es un instrumento necesario en la orientación sobre la Tierra.

El polo norte y el polo sur de un imán son diferentes. Este hecho se demuestra acercando otro imán. Si se acercan polos iguales observamos una fuerza de repulsión o rechazo y si acercamos polos diferentes observamos una fuerza de atracción. Por lo tanto, el polo norte de la Tierra es un polo sur magnético y viceversa.

Por otra parte, es importante anotar que no es posible tener polos aislados. Si cortamos un imán en 5 pedazos obtendremos 5 imanes, cada uno con sus polos norte y sur.

Con base en lo que acabamos de estudiar en calor, termodinámica, la mecánica ondulatoria y medios de comunicación, óptica, electricidad y magnetismo soy competente para:

- Establecer las relaciones entre las diferentes fuerzas que actúan sobre los cuerpos y las condiciones para conservar energía mecánica.
- Explicar las transformaciones de energía mecánica en energía térmica.
- Establecer la utilidad de los principios de la óptica en procesos productivos.
- Aplicar los principios de la mecánica ondulatoria a los medios de comunicación.
- Aplicar los principios de la electricidad y el magnetismo a los procesos productivos.

Ejercicio de seguimiento de los aprendizajes en el campo de formación

Como complemento al trabajo realizado hasta ahora se propone el siguiente análisis evaluativo, al mismo tiempo que observa en qué medida está funcionando su autonomía del aprendizaje.

Llene el siguiente formato paso a paso y no todo al final del momento

ANTES	YO SE….	ME PREGUNTO…..	ME ANTICIPO….
DURANTE	**RESUMO…..**	**RESPONDO…..**	**VERIFICO……**
DESPUES	**APRENDI…..**	**TENGO DUDAS…..**	**REPLANTEO…..**

MOMENTO CUATRO:

Desarrollemos pensamiento prospectivo

1. Estrategia: visionemos alternativas de futuro

Lectura: la luz

Luís de Broglie (1937). En la imagen de la naturaleza, en la física actual de Werner Heisenberg.

La luz, cuando proviene del sol o de las estrellas, llega a nuestros ojos después de atravesar inmensos espacios en que la materia está ausente; de modo que la luz atraviesa el vacío sin dificultad y, a diferencia del sonido por ejemplo, no está vinculada a un movimiento de la materia. La descripción del mundo físico sería insuficiente, pues, si no se añadiera a la materia otra realidad independiente de ella: la luz.

¿Qué es, empero, la luz? ¿De qué está hecha?

Los filósofos de la Antigüedad, y muchos científicos hasta comienzos del presente siglo, sostuvieron que la luz está formada de pequeños corpúsculos en movimiento rápido. La propagación rectilínea de la luz en condiciones normales y la reflexión de la luz en los espejos se explican inmediatamente en esta hipótesis.

Esa teoría corpuscular de la luz fue completamente abandonada hace un siglo, de resultas de los trabajos del físico inglés Young y, sobre todo, del genial investigador francés Agustín Fresnel. Young y Fresnel, en efecto, descubrieron toda una categoría de fenómenos luminosos, los de interferencia y difracción, a los que es imposible interpretar de acuerdo con la teoría corpuscular, mientras que otra concepción distinta, la concepción ondulatoria de la luz, da cuenta a la vez, según ha mostrado admirablemente Fresnel, de los clásicos fenómenos de propagación rectilínea, de reflexión y de refracción, y además de los fenómenos de interferencia y de difracción.

La concepción ondulatoria de la luz, sostenida antaño por algunas mentes perspicaces, como el holandés Christian Huygens, admite que la propagación de la luz debe ser comparada a la propagación de una onda en un medio elástico, como esos rizos que transcurren por la superficie de un estanque de agua al arrojar en el mismo una piedra. Como la luz se propaga en el vacío, Fresnel imaginó una especie de sutil ambiente, el éter, que impregnara todos los cuerpos materiales, llenara los espacios vacíos y sirviera de soporte a las ondas luminosas.

Digamos ahora cómo hay que concebir una onda. Al propagarse libremente, una onda es análoga a una sucesión de olas cuyas crestas están separadas por una distancia constante llamada "longitud de onda". El conjunto de estas olas se desplaza en la dirección de propagación con una determinada velocidad, la velocidad de propagación de la onda, que en el caso de las ondas lumínicas en el vacío alcanza los 300.000 kilómetros por segundo, según han mostrado experimentos realizados después de la muerte de Fresnel. Por un punto fijo del espacio, desfilan sucesivamente las diferentes olas con sus crestas y sus valles; la magnitud que se propaga en forma de ondas, por consiguiente, varía periódicamente en tal punto fijo, y el período de la variación es evidentemente igual al tiempo que transcurre entre los pasos de dos ondas consecutivas.

Acabamos de ver cómo progresa una onda por una región en que nada se opone a su propagación. De otro modo van las cosas si la onda, al propagarse, choca con obstáculos, si por ejemplo encuentra superficies que la detienen o la reflejan, o bien si tiene que pasar a través de orificios abiertos en una pantalla, o si encuentra puntos materiales que se transforman en centros de su difusión. Entonces la onda viene a quedar como deformada y doblada sobre si misma, de suerte que deja de ser una onda simple y se transforma en una superposición de tales ondas simples.

El estado vibratorio resultante en cada punto depende de la manera en que se refuerzan o se contrarían los efectos de las diversas ondas simples superpuestas.

Si las ondas simples adicionan sus efectos, si se hallan, como se dice, en concordancia de fase, la vibración resultante será muy intensa; si, por el contrario, las ondas simples se contrarían, si se hallan en oposición de fase, la vibración resultante será débil, a veces incluso nula. En resumen, la presencia de obstáculos que perturban la propagación de una onda motiva el que tenga lugar una complicada repartición de intensidades de vibración, repartición que, por lo demás, depende esencialmente de la longitud de onda incidente. Tales son los fenómenos de interferencia y de difracción.

Adoptando la idea de que la luz está formada por ondas, se alcanza a prever que, en el caso en que unos obstáculos se opongan a la libre propagación de un haz lumínico, se producirán fenómenos de interferencia y de difracción. Ahora bien, Young y después Fresnel han mostrado que efectivamente la luz presenta fenómenos de interferencia y de difracción, y Fresnel demostró además que la concepción ondulatoria de la luz basta para explicar en todos sus detalles todas las apariencias observadas. Desde entonces, y durante todo el siglo último, la naturaleza puramente ondulatoria de la luz fue admitida sin contradicción.

Es bien sabido que hay diversas especies de luz simple, cada una de las cuales corresponde a un "color" bien determinado. La luz blanca que emiten los cuerpos incandescentes, por ejemplo el filamento de una lámpara eléctrica, está formado por la superposición de una sucesión continua de luces simples, cuyos colores varían progresivamente, por transiciones insensibles, desde el violeta al rojo, sucesión que constituye el "espectro". La teoría ondulatoria de la luz ha conducido en forma natural a caracterizar cada especie de luz, cada componente del espectro, por una longitud de onda; dicho de otro modo, hace corresponder a cada color una longitud de onda. Los fenómenos de interferencia, como dependen de la longitud de onda, permiten medir las longitudes de onda correspondientes a los distintos colores del espectro. Se ha podido así determinar que la longitud de onda va creciendo de una manera continua desde la extremidad violeta del espectro, en que vale 4 diezmilésimas de milímetro, hasta la extremidad roja, donde alcanza a 8 diezmilésimas de milímetro.

De modo que hace treinta años nadie ponía en duda la naturaleza puramente ondulatoria de la luz y de las demás radiaciones. Pero desde entonces se han descubierto fenómenos producidos por radiaciones y desconocidos hasta ahora, que no parecen explicables más que mediante la concepción corpuscular. El principal de ellos es el efecto fotoeléctrico. He aquí en qué consiste: cuando se ilumina un pedazo de materia, un metal por ejemplo, se ve a menudo que dicha materia expulsa electrones en rápido movimiento. El estudio de este fenómeno ha mostrado que la velocidad de los electrones expulsados no depende más que de la longitud de onda de la radiación incidente y de la naturaleza del cuerpo irradiado, y no en manera alguna de la intensidad de la radiación incidente; de esta intensidad depende tan solo el número de electrones expulsados. Además, la energía de los electrones expulsados varía en razón inversa de la longitud de onda, de la onda incidente. Reflexionando sobre este fenómeno, Einstein comprendió que para explicarlo era menester volver, en cierta medida por lo menos, a la concepción de una estructura corpuscular de las radiaciones. Admitió que éstas están formadas de corpúsculos que transportan una energía inversamente proporcional a la longitud de onda, y mostró que las leyes del efecto fotoeléctrico se deducen fácilmente de esta hipótesis.

Los físicos se vieron entonces sumamente desconcertados, ya que de un lado se da el conjunto de fenómenos de interferencia y de difracción que muestran que la luz está formada de ondas y de otro lado se encuentran el efecto fotoeléctrico y otros fenómenos más frecuentemente descubiertos que muestran que la luz está formada de corpúsculos, "fotones", según se dice ahora.

La única manera de salvar la dificultad es admitir que el aspecto ondulatorio de la luz y su aspecto corpuscular son como dos aspectos complementarios de una misma realidad. Cada vez que una radiación canjea energía con la materia, este canje puede describirse como la absorción o la emisión de un fotón por la materia, pero cuando se quiere describir el desplazamiento global de los corpúsculos de luz en el espacio, hay que recurrir a una propagación de onda. Ahondando en esta idea, hay que llegar a admitir que la densidad de la nube de corpúsculos asociados a una onda luminosa es, en todo punto, proporcional a la intensidad de esta onda luminosa. Se obtiene así una especie de síntesis de las dos antiguas teorías rivales, consiguiéndose explicar a la vez las interferencias y el efecto fotoeléctrico.

El gran interés de esta síntesis radica en que nos revela que ondas y corpúsculos se hallan íntimamente ligados, por lo menos en el caso de la luz.

Es importante anotar que la existencia del llamado éter, medio en el cual se propagan las ondas luminosas según la teoría ondulatoria de Huygens, fue negada por experimentos posteriores los cuales mostraron que la luz es una onda electromagnética y por lo tanto no requiere de un medio para propagarse.

Después de realizadas las lecturas se propone la siguiente organización para facilitar la comprensión, hacer comentarios, y generar más interrogantes.

LECTURA	IDEAS FUNDAMENTALES	COMENTARIOS	INTERROGANTES
La luz			

2. Propósitos

A. Competencias laborales generales

- Identificar y comprender las necesidades de otros y estar dispuesto a orientar, apoyar, compartir y ejecutar acciones para satisfacerlas.
- Identificar los mecanismos, procedimientos y prácticas de otros para mejorar los propios desempeños
- Contribuir a preservar y mejorar el medio ambiente haciendo uso adecuado de los recursos naturales y los creados por el hombre

B. Competencias de química y biología

- Identificar aplicaciones de diferentes modelos químicos, físicos y biológicos en procesos industriales y de desarrollo tecnológico
- Analizar las implicaciones de la implementación de algún modelo biológico, químico o físico.

C. Competencias de matemáticas

- Resuelve problemas en diferentes contextos que involucran razón de cambio.
- Encuentra máximos y mínimos absolutos y locales en una función
- Aplica los criterios de la primera y segunda derivada para determinar crecimiento, decrecimiento, concavidad o convexidad.
- Reconoce diferentes estrategias que permiten determinar la solución de problemas de optimización.
- Utiliza las propiedades de derivación en problemas de máximos y mínimos
- Resuelve problemas de optimización usando máximos y mínimos.

D. Competencias de física

- Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz.
- Encontrar diferencias entre los diferentes tipos de lentes.
- Comprender los diferentes tipos de fenómenos ópticos.
- Explicar el proceso de reflexión y refracción d la luz.

3. Conocimientos del campo científico natural y matemático para desarrollar el ciclo de aprendizaje

A. A nivel de química y biología

Cuidemos nuestro ecosistema

Cuando se habla de contaminación, viene a la mente la imagen de fábricas, automóviles, camiones y refinerías. Pero no sólo en las ciudades se contamina.

En el campo también se tienen graves problemas de deterioro ambiental como consecuencia de la intensiva actividad agrícola. La agricultura fue la primera actividad humana que transformó profundamente el ambiente natural. El hombre siempre se ha caracterizado por extender, cada vez más, su presencia en el control de fenómenos naturales.

Durante miles de años, ha adaptado la agricultura y la silvicultura a los tres ciclos naturales que constituyen la historia y la vida del ecosistema "Tierra": el flujo de energía y los ciclos biogeoquímicos y del agua. Reincorporando la sustancia orgánica al terreno y dejándolo reposar; utilizando una mínima fracción de la energía anualmente sobre el planeta; usando una pequeña cantidad de las aguas, en la mayoría de los casos, el ser humano ha tenido una administración del ambiente dentro de la lógica de los ciclos naturales. En aquellos casos, en los cuales esto no ha sucedido, se han tenido consecuencias muy graves como la destrucción de grandes civilizaciones.

En los últimos siglos, pero sobre todo en los últimos 50 años, el hombre ha modificado sustancialmente el equilibrio y ha causado la crisis ambiental, de la cual hoy nos interesamos.

La situación actual, que amenaza con llevar al planeta a un desastre ecológico con daños irreversibles, es de conocimiento de todos los países, mientras que en las naciones económicamente atrasadas se tiene que hacer frente a problemas como: explosión demográfica, hambre, miseria, deudas, desempleo, urbanización desorganizada, deforestación, erosión de los suelos, desertificación, etc., en las naciones llamadas industrializadas se tienen que enfrentar problemas de eliminación de desechos urbanos, industriales y agrícolas, contaminación de la atmósfera, del suelo y del agua, lluvias ácidas, enfermedades, sobreproducción agrícola, desempleo, drogas, migración en masa de habitantes de países subdesarrollados, etc.

Sin embargo, sin distinción, en todos los países se tendrá que desafiar las consecuencias de un empobrecimiento de selvas tropicales, de la destrucción de los recursos genéticos de plantas y microorganismos, de los cambios climáticos como consecuencia del incremento de CO_2 y de la eliminación de los desechos mediante los ciclos naturales, de la introducción en la atmósfera y en las aguas de un sin número de moléculas orgánicas de síntesis y de elementos químicos, de los cuales se ignora su comportamiento cuando se introducen en los ciclos vitales.

Otras consecuencias negativas graves, a las cuales se deberá hacer frente, derivan de la progresiva destrucción de la capacidad del territorio para hospedar ecosistemas en equilibrio como resultados de diferentes acciones como: carreteras, centros urbanos, actividades industriales, agricultura intensiva con excesivo uso de productos agroquímicos, abandono de tierras menos fértiles, etc.

Bajo esta situación, la Agrobiotecnología asume un papel muy importante para lograr su desarrollo ecológico y socialmente compatible.

Si la ciencia es conciencia, hoy, técnico agrícola y mejorador vegetal, debe estar consciente de que su trabajo tiene como finalidad la productividad y la utilidad, pero sin comprometer los recursos naturales y la salud del hombre. Por esto, el objetivo principal actual de la agronomía, no es el de la reducción de los costos de producción y aumento de la productividad, sino el de reducir los daños provocados al ecosistema por los sistemas intensivos de cultivo.

En estos sistemas agrícolas, el uso de productos químicos de síntesis se hace esencialmente para:

- Aumentar el rendimiento de los cultivos con el empleo de fertilizantes.
- Proteger a los cultivos contra parásitos mediante el uso de insecticidas y funguicidas.
- Modificar la estructura de ciertas plantas o estimular el desarrollo de frutos mediante el tratamiento con sustancias hormonales.

La mayoría de estos productos no son biodegradables o necesitan muchos años para su degradación. Año con año, la acumulación de sustancias tóxicas sobre el terreno, agua y aire impiden el equilibrio del ecosistema.

A continuación se presentan varios puntos enfocados a la reducción del empleo de productos químicos en la agricultura. Se trata de lo que está haciendo la Agrobiotecnología y lo que promete como contribución para salvaguardia del ambiente.

Reducción del empleo de fertilizantes

El uso a gran escala de fertilizantes nitrogenados conduce a numerosos daños al ambiente, a la salud del hombre y de los animales.

Estos efectos negativos pueden ser limitados por la intervención genética sobre la planta y/o sobre los microorganismos asociados con ella. Esto puede ser mediante:

- Mejoramiento de la eficiencia en el uso de fertilizantes.
- Aumento de la capacidad productiva de las leguminosas, resistencia a estrés biótico y Abiótico y mejoramiento en la eficiencia fijadora de nitrógeno.
- Aumento de la eficiencia de las asociaciones entre gramináceas y organismos fijadores de nitrógeno atmosférico.

- Transferencia de la capacidad fijadora de nitrógeno en especies distintas a las leguminosas, como cereales.

- Mejoramiento de la eficiencia en la utilización de elementos minerales.

Estudios realizados hace muchos años comprobaron que existe una variabilidad genética en la capacidad de absorber, transportar y utilizar los elementos nutritivos minerales. Sin embargo, sólo en los últimos 15 a 20 años se han unido los esfuerzos para poder entender y explotar las diferencias genotípicas en la nutrición mineral para un mejoramiento productivo de los cultivos. Utilizando la base genética de la nutrición, se pueden seguir varios caminos: uno de ellos es el clásico: que requiere de la evaluación del germoplasma para conocer:

- El grado de eficiencia de la planta y el aprovechamiento de bajos niveles de sales minerales.

- Tolerancia a altos niveles de un Ion o de sales.

Otra manera consiste en estudiar y explotar la variabilidad genética a nivel de características morfológicas y anatómicas del aparato radical en relación con la absorción de los elementos nutritivos. Los parámetros usados en el aparato radical son el peso, número, extensión y profundidad de las raíces y la relación raíces/yemas.

La variabilidad genética existe en eficiencia de absorción y/o utilización de los elementos nutritivos, ha permitido la selección de variedades con características asimilables superiores, tolerantes a excesos de otros minerales o resistentes a terrenos ácidos.

Existen nuevas perspectivas para obtener ventaja en el empleo de las micorrizas (asociación simbiótica entre raíz y ciertos hongos que se preparan con los más recientes métodos de selección y modificación genética). Además, ya se tienen estudios sobre la microbiota bacteriana en el suelo, que ha puesto en evidencia la función desempeñada por algunas bacterias en la acumulación de la absorción de minerales y el crecimiento de las plantas con las cuales están asociadas.

Otra posibilidad de obtención de beneficios es aquella potencial que ofrece la biología molecular: identificar y aislar genes que se consideran implicados en la nutrición mineral.

Mejoramiento de leguminosas

La leguminosas, excelentes fijadoras de nitrógeno atmosférico, han tenido, junto con los cereales, una gran importancia en el desarrollo de la civilización.

El aporte natural del nitrógeno al terreno por parte de las leguminosas, cada vez menos cultivadas, se vio reducido justo en el momento en que se tuvo un aumento en la utilización de fertilizantes nitrogenados que coincidían con la disminución en el precio del petróleo, y la obtención de un mejoramiento genético de los cereales que los convertían en más redituables que las mismas leguminosas. Desde hace algún tiempo se pone mayor atención a las leguminosas para mejorar los rendimientos y la estabilidad de producción, de tal manera que se le dé nuevamente la competitividad a su cultivo.

Refiriéndonos específicamente a la capacidad fijadora de nitrógeno, se pueden seguir tres diferentes caminos:

- Mejorando el genotipo de la planta para la capacidad fijadora de nitrógeno.
- Mejorando el genotipo de la bacteria simbiótica.
- Elevando la interacción entre el genotipo del huésped y el del simbiótico para fijación del nitrógeno atmosférico.

Asociación entre gramináceas y organismos fijadores de nitrógeno

Los estudios acerca de la asociación graminácea *Azospirillum* son de particular interés. En los últimos diez años se han obtenido numerosas informaciones sobre la fisiología y sobre la genética de *Azospirillum* y sobre la fisiología de la interacción con las raíces de las gramináceas. Se han tenido progresos específicamente en la genética fijadora de nitrógeno.

En un futuro próximo, a nivel molecular se podrán comprender mejor los mecanismos biológicos que son la base de la interacción planta A*zospirillum*, y con esto se facilitará la construcción de asociaciones más eficientes.

Las bacterias heterótrofas fijadoras de nitrógeno no han sido bien clasificadas, pero tienen en común un crecimiento autótrofo y utilizan el hidrógeno desarrollado en el suelo de un arrozal. Estas están en estrecha asociación con las raíces y las partes bajas del arroz y su actividad fijadora de nitrógeno es estimulada por el aparato radical del arroz. La capacidad de fijación de nitrógeno depende de la variedad del arroz con la cual están asociadas. Las variedades que producen una elevada biomasa estimulan la máxima actividad fijadora de nitrógeno en las bacterias heterótrofas asociadas con ésas.

Se han identificado varios géneros de cianobacterias conocidas con el nombre de algas verde azules. Estas tienen la capacidad de fijar nitrógeno. Forman una asociación con el arroz que las protege de la luz y en ausencia de fertilización nitrogenada. El nitrógeno fijado queda disponible después de la muerte de la biomasa y la sucesiva incorporación en el suelo. La introducción de este organismo en el suelo del arrozal con cepas seleccionadas para incrementar la fijación del nitrógeno atmosférico ha dado buenos resultados, pero no se ha difundido a gran escala. Entre otros beneficios, el rápido desarrollo de ciertas algas en el agua produce una acción desinfectante en el arrozal.

Transferencia de la capacidad fijadora de nitrógeno a plantas no leguminosas

La mayoría de los estudios se enfocan a la transferencia de la capacidad fijadora de nitrógeno atmosférico que tienen las leguminosas a plantas no leguminosas de elevado valor agronómico.

Los esfuerzos por llevar a cabo este proyecto recurren a técnicas avanzadas de la ingeniería molecular siguiendo tres direcciones principales:

- Transferencia de los genes nod (responsables de la nodulación en las raíces) de las bacterias simbióticas de las leguminosas (*Rhizobium*) a bacterias fijadoras de nitrógeno asociadas con los cereales (Azospirillum), de tal manera que se transmita la capacidad de inducir nódulos y establecer una simbiosis fijadora de nitrógeno en cereales.

- Transferencia de los genes nif de las bacterias fijadoras de nitrógenos a la planta, para hacerla independiente de la bacteria diazótrofa en la fijación del nitrógeno.

- Transferencia de los genes nif de bacterias *diazótrofas* a otras no fijadoras de nitrógeno, hará incrementar la frecuencia y la disponibilidad de este tipo de microorganismos.

Tal parece que el cambio en el sistema biofísico y bioquímico de la planta huésped requiere de una gran cantidad de energía para la fijación del nitrógeno. De este modo se produce una competencia entre los diferentes procesos fisiológicos implicados en la fijación de nitrógeno y en la fotosíntesis con resultados negativos sobre la productividad. Como consecuencia, la genética está interesada en la constitución de plantas no sólo autofijadoras de nitrógeno, sino también dotadas de una mayor eficiencia fotosintética.

Reducción en el uso de fumigantes

Uno de los principales problemas en todas las regiones agrícolas importantes del mundo es la gran contaminación del agua y suelo debido a fitofármacos utilizados en agricultura.

Se ha estimado que sólo 1% de plaguicidas aplicados alcanza su objetivo, lo que significa que el 99% restante recae en el ambiente, contaminándolo. Esto sin considerar que existen muchos antiparasitarios, cuyos residuos en los alimentos, tanto de origen vegetal como animal, presentan altos riesgos de cáncer.

Frente a esta situación, la contribución de la Agrobiotecnología se canaliza de dos maneras:

- Interviniendo sobre la planta huésped

- Interviniendo sobre los microorganismos patógenos.

Tolerancia a herbicidas

En los últimos Años, la selección de plantas tolerantes a los herbicidas, total a parcialmente biodegradables ha dado resultados satisfactorios mediante técni-

cas tradicionales de cruzamiento y selección, de la selección "in vitro" de mutantes obtenidos por medio de la variabilidad somaclonal y por último, mediante la transferencia de genes en plantas susceptibles.

En la actualidad la transferencia directa de genes a plantas sensibles a aun cierto herbicida constituye la técnica más importante en el mejoramiento genético de especies cultivadas para la obtención de resistencia a herbicidas. El éxito que tenga tal biotécnica depende de la disponibilidad de vectores manipulados por ingeniería genética y de técnicas de cultivo celular capaces de permitir una eficiente selección de las células transformadas y de la regeneración de plantas completas.

Tolerancia a malas hierbas

El mejoramiento genético también contribuye a mejorar la relación entre una planta cultivada y una planta parásita, sobre todo cuando se requieren intervenciones químicas difíciles y costosas para erradicarlas. Por ejemplo, en África se ha encontrado resistencia en maíz a una hierba infestante (striga), cuyos daños causados pueden obligar a abandonar los campos cultivados. Los híbridos F_1 constituidos tienen un buen nivel de resistencia a esta hierba.

La obtención de variedades mejoradas, toleradas a malas hierbas, evita el uso de productos químicos costosos y peligrosos por los residuos tóxicos.

Uso de bioherbicidas

La utilización de agentes biológicos (bacterias, hongos y virus) en el control de las malas hierbas ofrece las siguientes ventajas:

- Control específico hacia la mala hierba.
- Inocuidad hacia plantas útiles y el hombre.
- Ningún daño al ambiente.

En cambio, las desventajas consisten en la lenta acción herbicida y en la estabilidad de la misma en relación con las condiciones ambientales. Por estos motivos, los herbicidas biológicos no deben considerarse alternativos a los herbicidas

químicos, sino complementarios en la técnica del control de las plantas nocivas. Obviamente, el agente biológico usado debe ser resistente a los tratamientos químicos contra los patógenos, para que así pueda desempeñar bien sus funciones fitófagas.

Microorganismos descontaminadores

Existen varias especies de hongos y bacterias que tienen la capacidad de metabolizar ciertos herbicidas, descontaminando así los terrenos de sus residuos.

A través de técnicas de transformación genética, es posible transmitir la actividad descontaminante a otras bacterias que carecen de ésta. En general, estos microorganismos poseen un gen que codifica una enzima que degrada determinados herbicidas.

Herbicidas naturales

Ciertas sustancias obtenidas por microorganismos tienen una específica acción herbicida y posterior degradación natural. De una serie de fitotoxinas producidas por microorganismos y por plantas se han creado algunos herbicidas que en la actualidad ya se encuentran en el mercado. Los genes responsables de la síntesis de estas fitotoxinas están disponibles para la transferencia en otros microorganismos. En relación con estos herbicidas naturales se está trabajando para crear plantas (agronómicamente importantes) resistentes que posean la enzima que contrarreste el efecto herbicida en ellas mismas y así desarrollarse libremente.

Reducción en el uso de fitorreguladores

Algunas fitohormonas se usan para enanizar trigo, cebada y arroz; algunas otras se usan para aumentar el "amarre" de flores en cultivos precoces, etc. El consumo de estos productos ha tenido un aumento en los últimos diez años.

Muchos de los productos usados reguladores, aunque se usan en pequeñas cantidades, pueden provocar daños al hombre.

La posibilidad de reducir su uso se basa en la introducción de genes específicos que provoquen el comportamiento deseado en la planta. Ya existen muchas

variedades de cultivos importantes que han sido mejoradas genéticamente y que no dependen tanto de los reguladores de crecimiento para dar los mismos resultados.

Taller

- Establecer las relaciones observadas en su región entre individuos, población, comunidad y ecosistema.
- Explicar las diferentes relaciones entre las especies que habitan en la región y su ecosistema.
- Mediante un gráfico mostrar como los ciclos Biogeoquímicos se relacionan con la energía de los ecosistemas.
- Comparar y analizar las diferentes adaptaciones de seres vivos en ecosistemas del medio y de otras regiones de su país.
- Con la implementación de los Sistemas Productivos, a pesar de que cada elemento tiene su función dentro del ecosistema, todos están íntimamente ligados y actúan en forma recíproca. De acuerdo a las siguientes indicaciones realizar una propuesta enfocada a los sistemas productivos con agricultura ecológica:
  - » Ubicación geográfica: extensión total (veredas, municipios, departamento), límites, riqueza natural, accidentes geográficos, clima, áreas protegidas.
  - » Caracterización ecológica: clima, zonas de vida, suelos, geología, Hidrología.
  - » Caracterización socioeconómica: principales actividades en las que se ocupa la población (agricultura, ganadería, piscicultura, construcción, comercio, transporte, manufactura, organizaciones

sociales, salud, administración pública, educación, etc.); actividades económicas, actividades ganaderas, cultivos, (Papa, hortalizas, habas, arveja, maíz, cebada, etc.), cría de aves, porcinos, etc.

» Cultivos promisorios: (labranza mínima, siembra directa, abono verde, lombricultivos, composteras, biopreparados, adaptación o desarrollo de tecnologías, manejo de maquinaria y herramientas para labranza mínima, sistemas alternativos de producción, etc).

» Caracterización de los sistemas productivos (productos, condiciones biofísicas, aspectos culturales).

» Causas e impactos de degradación de los suelos y desequilibrio hídrico, fauna y flora (quemas, uso de agroquímicos, monocultivos, excesivas labores del suelo, actividades agrícolas insostenibles, etc).

» Caracterización política institucional: identificación de políticas locales, regionales, Nacionales e internacionales dirigidas al sector ambiental y agropecuario (Ministerio de Agricultura, Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación, organizaciones internacionales.

» Políticas en cuanto al uso del suelo, tierras, agua, recursos naturales, planes de gobierno Nacional, municipal. Establecer el marco legal (normas) ley 99 de 1993, código Nacional de Recursos Naturales, Ley de Reforma Agraria, etc.

» De acuerdo a la información recolectada elaborar una propuesta como alternativa ecológica y económicamente sostenible para la región.

Fuentes de Información: Alcaldías municipales, planes de ordenamiento territorial, UMATA, Corporaciones autónomas regionales CAR, ONG, etc.

La naturaleza antes de actuar sobre ella

El propósito de este taller es tratar de generar una actitud de conocimiento, análisis y comprensión de las características básicas de las condiciones y ecosistemas presentes en nuestra vereda y región para así poder determinar cuáles serían los proyectos más beneficiosos tanto para la comunidad como para su entorno natural y lo que lo compone: suelos, aguas, bosques, regímenes de lluvias, temperaturas, formaciones vegetales, especies animales, entre otros.

Desde esta perspectiva podríamos hacernos preguntas como las siguientes:

- ¿Qué conocimientos tenemos sobre nuestro entorno natural?
- ¿Cuáles serían las características más importantes de este entorno?
- ¿De qué instrumentos disponemos para el reconocimiento de este entorno?
- ¿Cuáles son los problemas más importantes que afectan la buena condición de nuestro entorno natural: en sus suelos, aguas, bosques, formaciones vegetales, especies animales, entre otras?
- ¿Qué proyectos productivos serían los más convenientes frente a estas condiciones?
- ¿Qué proyectos productivos contribuirían a mejorar estas condiciones?
- ¿Qué estrategias ambientales deberían caracterizar los proyectos a desarrollar?

Construyendo instalaciones con la ayuda de la ciencia

La idea central de este taller es recordar que el desarrollo de algunos proyectos productivos requieren de la construcción de algunas instalaciones como galpones, sistemas de riego, invernaderos, letrinas, porquerizas, pozos entre otras; las cuales para que presten un servicio eficiente al proyecto exige ciertos requerimientos.

En tal sentido podríamos plantearnos algunas preguntas como:

- ¿Qué instalaciones existen actualmente que puedas apoyar los proyectos?
- ¿Cuál es el estado actual de dichas instalaciones?
- ¿Qué problemas detectamos como los más importantes de dichas instalaciones desde la perspectiva técnica?
- ¿Qué tipo de nuevas instalaciones requeriremos para los proyectos?
- ¿Qué conocimientos debemos poner en práctica para su diseño?
- ¿Qué puedo yo aportar para su diseño inicial?
- ¿Qué puedo yo aportar para su construcción final?
- ¿Cómo se han formado sus ideas, conceptos y creencias?
- ¿Cuáles son las ventajas de construir un modelo de empresa cooperativo en esta comunidad?
- Evaluando las condiciones económicas actuales ¿Qué validez tiene un proceso económico cooperativo?

Dentro de cinco años

Imaginar que tienen 5 años más

- ¿Cómo se presenta su vida, según lo que planea en este momento y lo que le gustaría hacer?
- ¿Cómo pasaría la mayor parte de su tiempo, dentro de cinco años?
- ¿Cuánto dinero podría ganar, según sus capacidades y previsiones?
- ¿Cuál sería su actividad cotidiana?
- ¿Cómo se divertiría?
- ¿Qué será entonces importante en su vida?
- ¿Cuál será entonces la gran diferencia con su vida normal de ahora?
- ¿Cuál será la meta más importante para su futuro próximo?
- ¿Qué dificultades deberá superar para estar cerca de las metas que se ha propuesto?
- ¿Tiene posibilidad de alcanzarlas? ¿Está dispuesto a ello?

Con la colaboración de la comunidad educativa elaboramos una propuesta en la que apliquemos los conocimientos adquiridos durante el trabajo desarrollado con éste módulo de formación científico natural y matemático a:

- La prevención y diagnóstico de enfermedades en plantas y animales.
- La aplicación de los conocimientos adquiridos a la producción, procesamiento y transformación de alimentos.

- Reconocimiento de alternativas productivas diferentes a las actuales
- Conocimiento de especies vegetales promisorias que están en la región.
- Identificación de los recursos acuíferos y su adecuado manejo.
- Manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos.
- Piscicultura productiva.
- Ecoturismo de Identidad cultural.
- Agricultura Orgánica.
- Biocidas

Hipótesis de Gaia

Gaia, nombre griego de la diosa de la Tierra, es también el nombre de una de las últimas y controvertidas hipótesis aparecidas en el campo de las ciencias naturales.

Su autor, James Lovelock es un médico nacido en 1919 que, cuando en la década de 1960 fue convocado por la NASA para intervenir en el proyecto Viking de detección de vida en Marte, comenzó a cuestionarse acerca de las características de la vida. Sorprendentemente, las definiciones de la vida eran parciales y poco satisfactorias, a punto tal que, sobre las magras bases disponibles, las sondas enviadas al espacio exterior no hubieran podido detectar vida ni siquiera en la Tierra. La búsqueda de la definición de la vida y la visión de nuestro planeta desde el exterior le permitió empezar a concebirlo como un sistema único e integrado, como un gran superorganismo.

La idea de Lovelock no era totalmente nueva. Ya en 1785, James Hutton, considerado padre de la geología, había concebido algo semejante y propuso que la Tierra debía ser estudiada por la "fisiología planetaria" a la manera de los an-

tiguos científicos que no dividían el campo de estudio en disciplinas inconexas sino que tenían una visión holística del mundo.

Lovelock fundamenta sus ideas básicamente en términos energéticos: la vida es un sistema autoorganizado que mantiene activamente una baja entropía impulsada por la energía libre proporcionada por el Sol. Si no se considerara la existencia de un sistema de control en el que interviene la biota, resultaría inexplicable, desde las leyes de la física y la química, que la inestable atmósfera terrestre mantenga constante su composición, tan diferente de la de los otros planetas, por períodos más extensos que el tiempo de reacción de sus gases. La vida, que parece estar violando la segunda ley de la termodinámica, no puede hacerlo ya que en realidad forma un sistema único con lo no vivo. O sea, un único sistema autorregulado que mantiene la temperatura, la composición de la superficie de la Tierra y de la atmósfera a través de mecanismos de retroalimentación. La vida permitió el desarrollo y la evolución de condiciones adecuadas para ella sobre la Tierra; es un fenómeno automantenible a escala planetaria, es decir, tanto en el tiempo como en el espacio. Una vez establecida firmemente en un planeta, se extenderá por toda su superficie y solamente desaparecerá cuando el planeta sufra un cambio cósmico trascendental o cuando la fuente original de energía acabe.

Esta visión de la Tierra tiene aspectos que se prestan a controversias: concebir el planeta como un todo es ventajoso a la hora de intervenir sobre algún recurso transnacional o transregional, ya que obliga a pensar globalmente para evitar inesperadas consecuencias en sitios alejados del planeta. Por otra parte, considera a la especie humana sólo como una especie más. Para Gaia, por ejemplo, la radiación nuclear, a pesar de lo espantosa que puede ser para los seres humanos, es un asunto menor. Lo importante es la salud del planeta, no de una especie en particular.

B. A nivel de matemáticas

Aplicación de las derivadas

Máximos y mínimos

A menudo la vida nos enfrenta con el problema de encontrar el mejor modo de hacer algo, por ejemplo, un agricultor quiere escoger la mezcla de cultivos que sea más apropiada para obtener el mayor aprovechamiento, algunas veces un problema de esta naturaleza puede formularse de tal manera que involucre maximizar o minimizar una función sobre un conjunto especifico, si es así los métodos del cálculo proveen una poderosa herramienta para resolver el problema.

A continuación se expresan algunas definiciones:

- La función f se dice que tiene un valor máximo relativo con c, si existe un intervalo abierto que contenga a c sobre el cual está definida f tal que f© □ f(x) para todo x en este intervalo.

- La función f se dice que tiene un valor mínimo relativo con c, si existe un intervalo abierto que contenga a c sobre el cual está definida f tal que f© □ f(x) para todo x en este intervalo.

Teorema

Si f(x) existe para todos los valores de x en el intervalo abierto (a,b) y f tiene un extremo relativo en c, donde $a < c < b$, si existe, entonces $f'(c) = 0$.

DEFINICIÓN 3: Si c es un número en el dominio de la función f y si $f'(c) = 0$ o $f'(c)$ no exista, entonces c se llama un número critico de f.

- La función f se dice que tiene un valor máximo absoluto en un intervalo, si existe un número c en el intervalo tal que $f(c) \geq f(x)$ para todo x en el intervalo, en tal caso f© es el valor máximo absoluto de f

- La función f se dice que tiene un valor mínimo absoluto en un intervalo, si existe un número c en el intervalo tal que $f(c) \leq f(x)$ para todo x en el intervalo, en tal caso f© es el valor mínimo absoluto de f.

Puntos de inflexión de una curva

Si x = c no necesariamente valor crítico para f, $f''(c) = 0$ en tanto que $f'''(c) \neq 0$, el punto (c,f©) se llama punto de inflexión de la curva de y = f(x).

NOTA: El concepto de derivada se aplica en física para el desarrollo de los conceptos de pendiente; si se trata de una función lineal. Velocidad; en la ley de movimientos rectilíneos. Dilatación; en la ley de correspondencia entre dos escalas. Concentración; en una disolución homogénea y heterogénea. Masa Especifica; en un cuerpo homogéneo la relación masa volumen. Velocidad de Reacción; al relacionar dos cuerpos químicamente para producir un tercero.

Economía para encontrar la tasa instantánea de cambio, la tasa promedio, aplicaciones a los ingresos, a los costos, a las utilidades y aproximaciones marginales a la maximización de utilidades).

Taller

- Encuentre la derivada de las siguientes funciones

$$Y = \left(\frac{x^2 - 1}{x + 4}\right)^4$$

$$Y = \left(3x^2 + 5\right)^2 \left(x^3 - 11\right)^4$$

$$Y = \frac{\left(3x^2 + 2\right)}{2x^2 + 5}$$

$$Y = sen\left(\frac{3x - 1}{2x + 5}\right)$$

$$Y = \left(4x - 7\right)^2 \left(2x + 3\right)$$

- Encuentre $f''(x)$ y evalué $f''(1)$ de cada una de las siguientes funciones:

$$f(x)=5x^3-x^2+5x-10$$

$$f(x)=\sqrt[3]{(8+x)^2}$$

$$f(x)=\frac{x^4}{4}-\frac{x^3}{3}+10x^2$$

- Determine todas las derivadas de orden superior

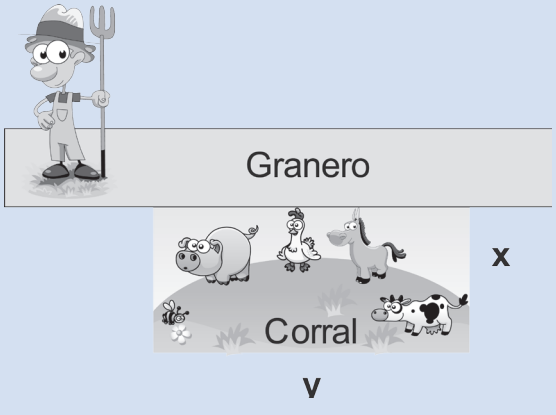
$$f(x)=(x-2)^5$$

$$f(x)=4x^3-2x^2+15x$$

$$f(x)=\frac{x^4}{4}-\frac{x^3}{3}+\frac{x^2}{2}+x-1$$

$$f(x)=\sqrt{x^2+1}+x^2-\frac{1}{3}$$

- Una granja tiene 80 pies de tela de alambre con la que se planea cercar un corral rectangular al lado de un granero de 100 pies de largo como se muestra en la figura (el lado que esta junto al granero no necesita cerca)¿Cuáles son las dimensiones del corral de máxima área?



El costo total de producir q unidades de cierto producto se describe por medio de la función

$$C = 4000000 + 300q + 0{,}01q^2$$

Donde C es el costo tal expresado en euros.

» ¿Cuántas unidades deberán producirse a fin de minimizar el costo promedio por unidad?

» ¿Cuál es el minino costo promedio por unidad?

» ¿Cuál es el costo total de producción en este nivel de producción?

» Pedro tiene 200 pies de tela de alambre con la que desea construir un corral de forma rectangular. Si desea que el área se máxima. ¿Cuáles deben ser las dimensiones?

Con base en lo acabado de estudiar determino si soy competente para:

» Comprender los conceptos de números reales, función, límites, continuidad, derivada e integral.

» Aplicar los conceptos de números reales, función, límites, continuidad, derivada e integral a procesos productivos.

- Un proyectil es disparado con una velocidad inicial de 60 pies por segundo. La función que describe este movimiento está dada por $f(t) = 60 - 10t^2$.

» Realiza la gráfica de la función en el intervalo [0, 2].

» Calcula la velocidad media en los intervalos

» [0, 0.5], [0.5, 1], [1, 1.5], [1.5, 2] y [2, 2.8]

» Encuentra la velocidad instantánea cuando t=2 segundos.

» Encuentra la velocidad media entre t = 0 y $t = 2$.

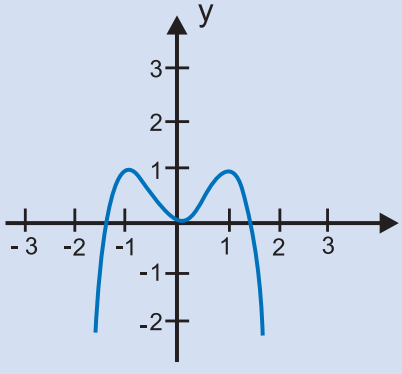
- La temperatura de un objeto cambia en el tiempo y la función que describe está situación es $T(x) = t(10-t)^2$, con t en horas.

  » Realiza una gráfica de esta función.

  » Encuentra los intervalos de decrecimiento de la temperatura.

  » Calcula $T'(1)$

- Una partícula describe un movimiento modelado por la función que describe su movimiento es $f(x)=2x^2-3x^4$. La siguiente gráfica muestra el movimiento de la partícula.



  » Identifica los intervalos en los que la derivada es negativa.

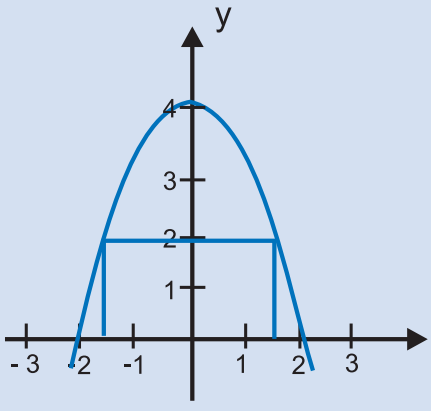
  » ¿En qué intervalos la función es positiva?

- Encuentra las dimensiones de un rectángulo de perímetro 680 m y área máxima.

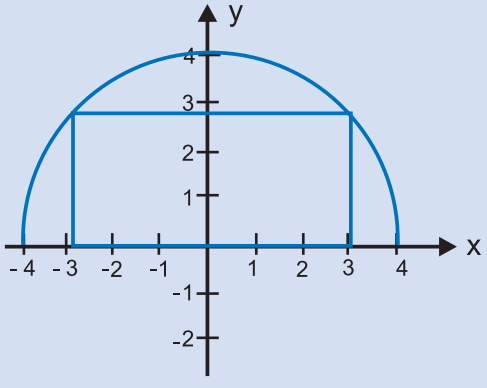
- .Determina las dimensiones de un rectángulo con área 400m2 y el menor perímetro posible.

- Encuentra la menor distancia que hay del punto (0, 3) a la parábola $y = \frac{1}{2}x^2$. (Utiliza la formula de distancia entre dos puntos).

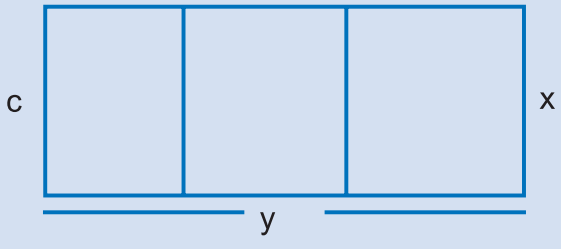
- Determina las dimensiones que debe tener un rectángulo inscrito en la parábola $y = 4-x^2$ con área máxima.



- Encuentra las dimensiones de un rectángulo con la mayor área posible que puede inscribirse en una semicircunferencia de radio 8 cm.



- El propietario de una granja tiene 500 m de alambre para cercar tres corrales consecutivos. ¿Cuáles son las dimensiones del terreno que debe cercar con mayor área?



C. A nivel de física

Estudio físico de los fenómenos relacionados con la luz. La óptica se divide en óptica geométrica y óptica física. Como su nombre lo indica, la óptica geométrica estudia, mediante procesos geométricos, los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. La óptica física estudia los fenómenos de difracción, interferencia y polarización de la luz.

La invención de los instrumentos ópticos ha contribuido en gran medida al desarrollo de la ciencia y la tecnología. El telescopio es la herramienta fundamental en el estudio de la astronomía. El microscopio, es fundamental en el estudio de las ciencias biológicas y la medicina. Además, el conocimiento de las diferentes clases de lentes ha permitido la corrección, en los seres humanos de los diferentes defectos de la visión, tales como la miopía, la hipermetropía, la presbicia y el astigmatismo

En este núcleo, inicialmente se estudian las diferentes teorías acerca de la naturaleza de la luz. Luego, en la rama de la óptica denominada óptica geométrica, se estudian los fenómenos de reflexión y refracción de la luz.

Finalmente se trata la óptica física, en la cual se estudian los fenómenos de difracción, interferencia, polarización y dispersión de la luz.

Óptica geométrica

Iniciamos el estudio de la *óptica geométrica*, teniendo en cuenta la propagación rectilínea de la luz. Cuando la luz penetra a través de un orificio en una habitación oscura, las partículas de polvo iluminadas nos muestran que la luz se propaga en línea recta.

Estudiaremos las leyes de la reflexión y la refracción de la luz para comprender cómo se forman las imágenes en espejos planos y esféricos y en lentes convergentes y divergentes. Además, estudiaremos el fenómeno de dispersión de la luz para entender el por qué de la descomposición de la luz blanca que observamos en el arco iris.

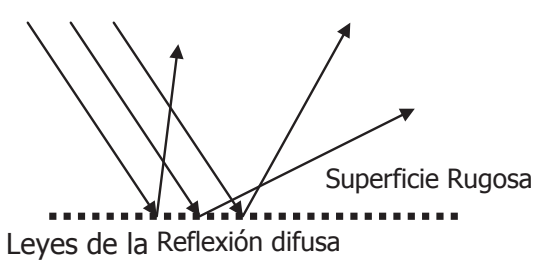
Reflexión de la luz

Es el cambio que experimentan los rayos de luz cuando chocan contra una superficie.

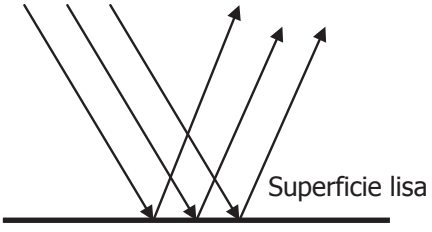
Se distinguen dos clases de reflexión:

Reflexión difusa: cuando un haz (conjunto) de rayos paralelos incide sobre una superficie y se reflejan en diferentes direcciones. Este tipo de reflexión ocurre en superficies rugosas, tales como: las hojas de nuestros cuadernos o libros, la superficie del tablero o el piso, entre otras.

Reflexión especular: cuando un haz de rayos paralelos incide en determinadas superficies y se reflejan paralelamente. Esta reflexión se presenta en los espejos, en la superficie del agua y en los metales pulimentados.



Leyes de la Reflexión difusa



Reflexión especular

Antes de enunciar las leyes de la reflexión, definamos los siguientes elementos:

Rayo incidente: Rayo de luz que llega a la superficie reflectora. (R_i)

Rayo reflejado: Rayo de luz que se propaga después del choque con la superficie. (R_r)

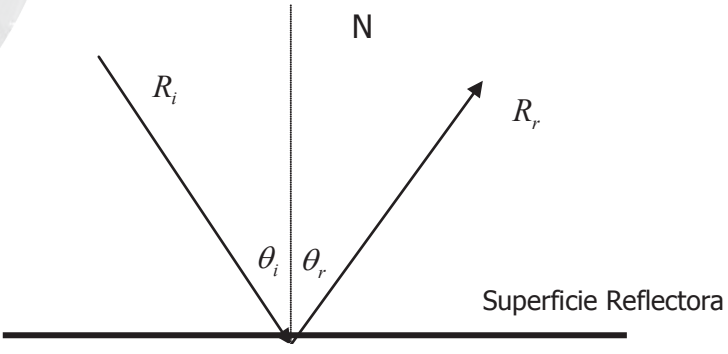
Recta normal: Recta imaginaria perpendicular a la superficie reflectora y que pasa por el punto de incidencia del rayo de luz. (N).

Angulo de incidencia: Formado por el rayo incidente y la recta normal. (θ_i)

Angulo de reflexión: Formado por el rayo reflejado y la normal. (θ_r)

Primera ley: el rayo incidente, el rayo reflejado y la recta normal se encuentran en un mismo plano.

Segunda ley: el ángulo de incidencia y el ángulo de reflexión tienen la misma medida.



Los espejos planos

Un espejo plano es una superficie plana muy pulimentada que es capaz de reflejar la luz que le llega con una capacidad reflectora superior al 95%. Son los espejos que utilizamos a diario y en ellos vemos nuestra imagen sin distorsiones.

Están hechos de láminas de vidrio sobre las que se deposita plata metálica por reducción del ión plata contenido en una disolución amoniacal de nitrato de plata; después se cubre con una capa de pintura con el fin de protegerlo.

Estudiemos ahora, las características de las imágenes producidas por los espejos planos. Para ello tendremos en cuenta las leyes de la reflexión y las siguientes definiciones:

Campo del espejo: puntos del espacio por donde viajan los rayos incidentes.

Imagen: sensación visual que producen los rayos luminosos que parten de un objeto y llegan a nuestros ojos después de reflejarse en un espejo. La imagen es real cuando se forma en el campo del espejo o sea que se forma por la intersección de los rayos reflejados. La imagen es virtual cuando se forma detrás del espejo, o sea que se forma por la intersección de las prolongaciones de los rayos reflejados. Las imágenes reales se pueden observar en una pantalla mientras las virtuales no.

- Distancia objeto: distancia entre el espejo y el objeto (d_o).
- Distancia imagen: distancia entre la imagen y el espejo. (d_i).
- Tamaño del objeto: altura del objeto (h_o).
- Tamaño de la imagen: altura de la imagen (h_i).

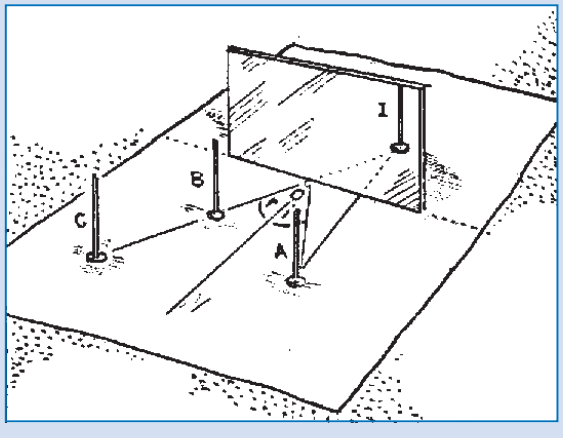
Taller

El siguiente experimento le permite verificar las leyes de la reflexión de la luz.

Materiales:

» Espejo de 10 cm de ancho por 5 cm de ancho.
» Tres puntillas de 3 cm o 4 cm.
» Hoja de papel tamaño carta.
» Lápiz, escuadra y transportador.

Procedimiento



- Trazar en el centro de la hoja una recta horizontal.
- Colocar el espejo sobre dicha recta y perpendicular a la hoja.
- Colocar una puntilla (A) frente al espejo (es el objeto) y observar la imagen que se forma detrás del espejo.
- Situarse al lado izquierdo de la puntilla A y colocar las puntillas B y C de tal manera que queden alineadas con la imagen (I) de A.
- Trazar los rayos reflejados que salen del espejo y pasan por las puntillas B y C, llamar O al punto del espejo de donde sale el rayo reflejado.
- Trazar el rayo incidente desde la puntilla A hasta el punto O. Trazar la normal (N) al espejo en el punto O y medir los ángulos formados por el rayo incidente y la normal y por el rayo reflejado y la normal. ¿Qué puede concluir?

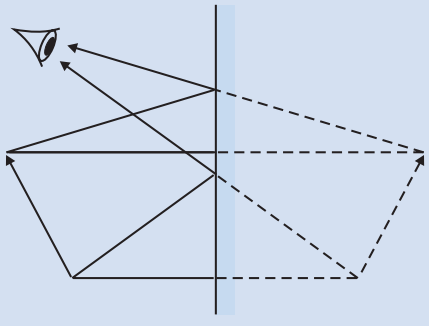
Imágenes en espejos planos

- Realizar la siguiente construcción geométrica (Observar el dibujo).
- Representar un espejo plano por medio de un segmento de recta vertical trazado en el centro de la hoja.
- Representar un objeto mediante una flecha dibujada en el campo del espejo (flecha continua).
- Aplicar las leyes de la reflexión: trazar dos rayos incidentes desde cada uno de los extremos del objeto y sus correspondientes rayos reflejados.

- Observar que los rayos reflejados no se cortan pero sus prolongaciones si. En los puntos de corte de las prolongaciones de los rayos reflejados se forman las imágenes de los puntos extremos del objeto.

- Mediante una flecha que une los puntos de corte, representar la imagen del objeto (flecha punteada).

- ¿Qué características tiene la imagen formada?



Ahora, realizar la siguiente experiencia que le permite corroborar lo observado en la actividad anterior.

Materiales

» Espejo plano de 10 cm por 5 cm.
» Muñeco de pasta de altura inferior a 5 cm.
» Dos puntillas de 6 cm o 7 cm de altura.
» Hoja de papel tamaño carta.
» Lápiz.
» Escuadra.

Procedimiento

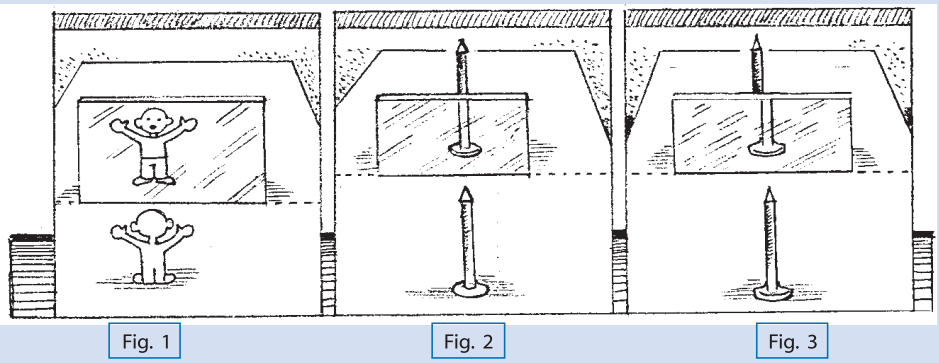


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

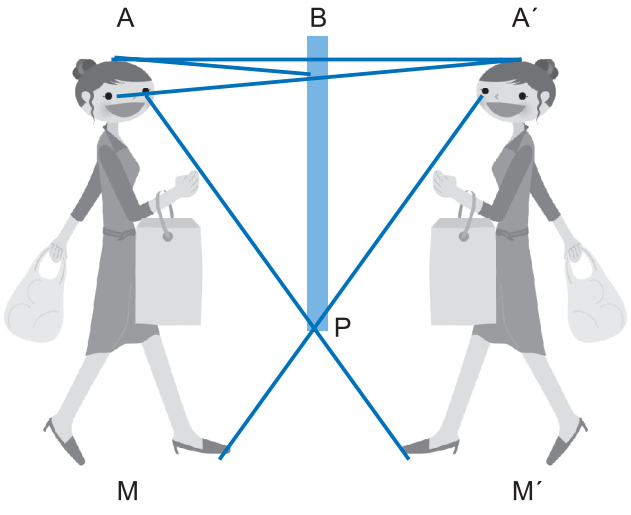
- Trazar en el centro de la hoja una recta horizontal.
- Colocar el espejo, perpendicular a la hoja, sobre la recta.
- Colocar frente al espejo, el muñeco de pasta y observar su imagen. ¿Qué características tiene?
- Retirar el muñeco y colocar una puntilla A frente al espejo a una distancia de 8 cm ($d_0 = 8cm$).
- Detrás del espejo colocar otra puntilla B de tal manera que coincida con la imagen de la puntilla A. La figura 2 le indica la posición correcta de la puntilla B, si la puntilla B se ve como en la figura 3 es porque no está correctamente colocada.
- Medir la distancia imagen. ¿Qué concluye?
- Realizadas las anteriores actividades, comparar sus resultados con los presentados en el siguiente cuadro:

Las imágenes que se forman en los espejos planos tienen las siguientes características:

- Son virtuales porque se forman detrás del espejo (se forman con la intersección de las prolongaciones de los rayos reflejados.
- Son de igual altura que el objeto $h_i = h_o$
- La distancia entre el objeto y el espejo es igual a la distancia entre el espejo y la imagen $d_i = d_o$.
- La parte derecha del objeto es la parte izquierda de la imagen.

- ¿Cuál debe ser el tamaño de un espejo plano para que podamos vernos de cuerpo entero? Responder de acuerdo a su criterio.

Prestar atención a la siguiente demostración:



AM: Tamaño del objeto.
A/B/: Tamaño de la imagen.
AB: Distancia objeto.
A/B: Distancia imagen.
BP: Tamaño del espejo.

Los triángulos AA/M y A/BP son semejantes, por lo tanto: $\frac{AM}{BP} = \frac{AA^{/}}{A^{/}B}$ entonces:

$BP = \frac{AM \cdot A^{/}B}{AA^{/}}$ como $AA^{/} = 2A^{/}B$, llegamos a $BP = \frac{AM}{2}$

"El tamaño del espejo es la mitad del tamaño del objeto"

Espejos esféricos

Aquellos espejos en los cuales vemos imágenes aumentadas o reducidas de un objeto, son espejos esféricos. La superficie reflectora en estos espejos es un casquete esférico. Si los rayos inciden en la parte interna del casquete, el espejo es cóncavo. Si la superficie reflectora es la parte externa del casquete el espejo es convexo.

Elementos de los espejos esféricos

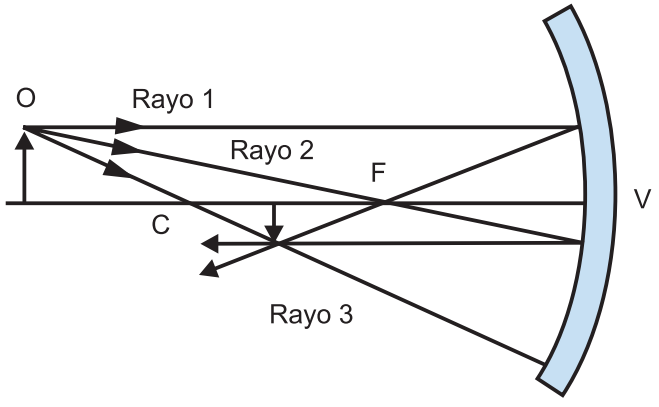
- Centro de curvatura: es el centro de la esfera de la cual se tomó el casquete para el espejo.
- Radio de curvatura: distancia entre el centro y el espejo.
- Vértice: punto medio del espejo.
- Foco: punto medio entre el centro y el vértice.
- Eje principal: recta que pasa por el centro, el foco y el vértice.
- Distancia focal: distancia entre el vértice y el foco.

Además, debemos tener en cuenta otros elementos ya definidos en el estudio de los espejos planos: el campo del espejo, las imágenes reales y virtuales, distancia objeto y distancia imagen.

Rayos notables en espejos cóncavos

Para estudiar las características que tienen las imágenes las imágenes producidas por un espejo cóncavo debemos tener en cuenta ciertos rayos que al reflejarse en el espejo tienen una reflexión particular. Estos son:

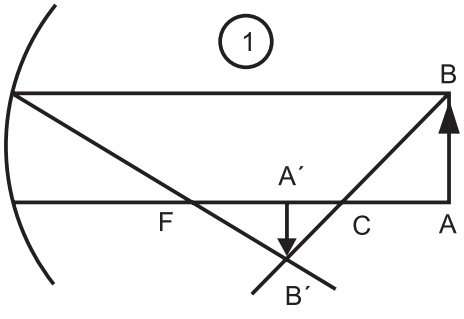
- El rayo de luz que incide en el espejo y que es paralelo al eje principal, se refleja pasando por el foco.
- El rayo de luz que incide en el espejo y que pasa por el foco, se refleja paralelo al eje principal.
- El rayo de luz que incide en el espejo y que pasa por el centro de curvatura, se refleja por el mismo camino.



Imágenes en Espejos Cóncavos

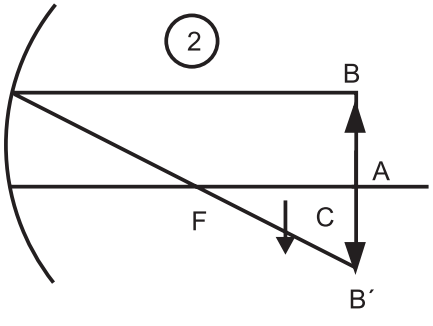
Con ayuda de los rayos notables, podemos determinar las características que tienen las imágenes producidas por espejos cóncavos, dependiendo de la posición que tenga el objeto. Prestar atención a las siguientes construcciones geométricas:

Si el objeto se encuentra entre el infinito y el centro de curvatura:



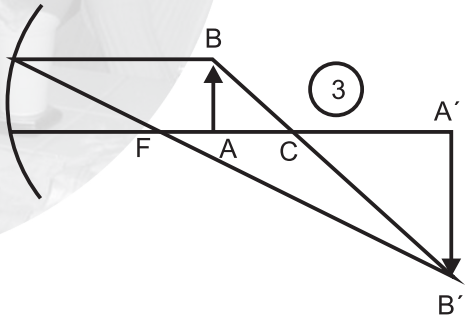
Obtenemos una imagen real, invertida, de menor tamaño que el objeto y que se encuentra entre el centro de curvatura y el foco.

Si el objeto se encuentra en el centro de curvatura:



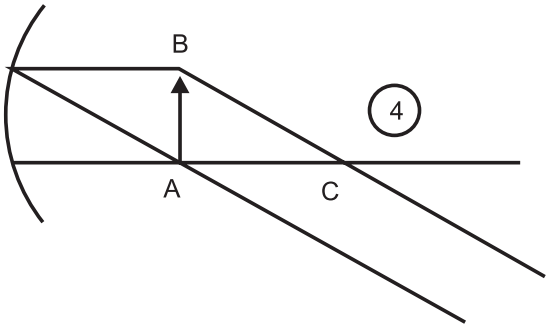
Se obtiene una imagen real, invertida, de igual tamaño que el objeto y se localiza en el centro de curvatura.

Si el objeto se encuentra entre el centro de curvatura y el foco:



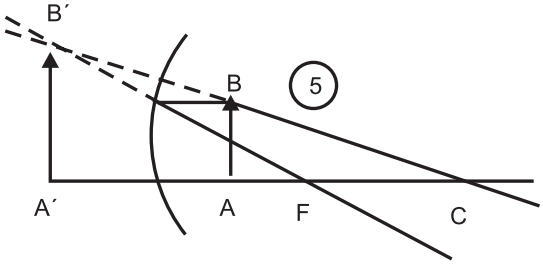
Se forma una imagen real, invertida, de mayor tamaño que el objeto y se encuentra entre el infinito y el centro de curvatura.

Si el objeto se encuentra en el foco:



No se forma imagen.

Si el objeto se encuentra entre el foco y el espejo:



Se obtiene una imagen virtual (se forma detrás del espejo), derecha, de mayor tamaño que el objeto.

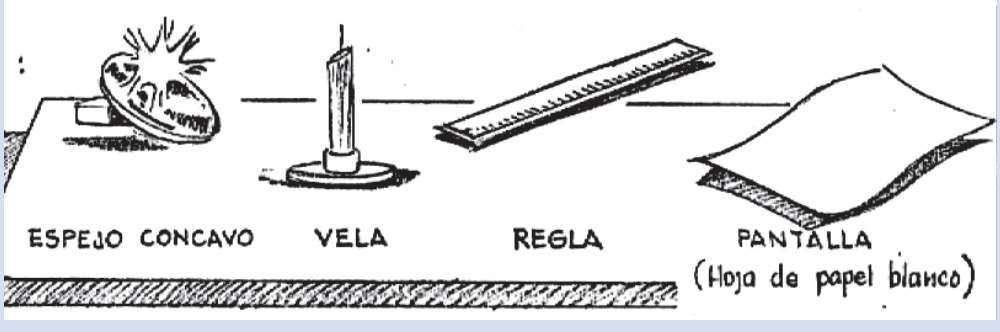
Taller

Realizar las construcciones geométricas anteriores para verificar las características de las imágenes que producen los espejos cóncavos.

Ahora comprobar lo anteriormente planteado con el siguiente experimento:

Material

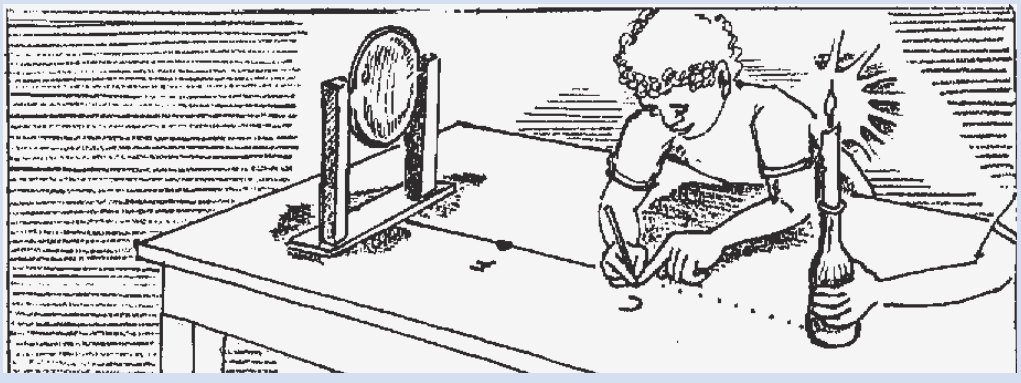
- Espejo cóncavo.
- Vela.
- Regla graduada.
- Pantalla (Hoja de papel).



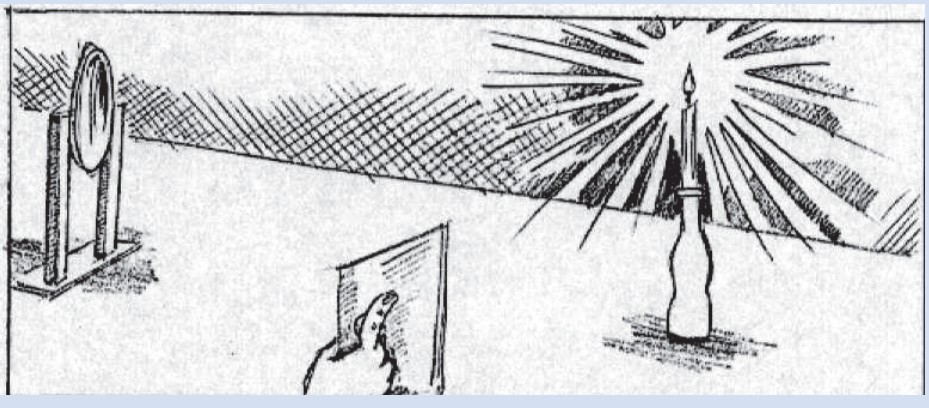
Procedimiento

Colocar el espejo cóncavo sobre una mesa y marcar sobre ella el centro de curvatura y el foco.

Ubicar el objeto (vela) en un punto entre el centro de curvatura y el infinito.



Tomar la pantalla (hoja de papel) y moverla frente al espejo, alejándola y acercándola de él, hasta que encuentre una imagen nítida del objeto.



Registrar las características de la imagen observada.

Colocar el objeto (vela) en las demás posiciones (centro de curvatura, entre el centro de curvatura y el foco, en el foco y entre el foco y el espejo). Ubicar en cada caso la pantalla, de tal manera que se observe una imagen nítida y registrar las características de las imágenes en cada caso. Comparar con lo hecho desde el punto de vista geométrico.

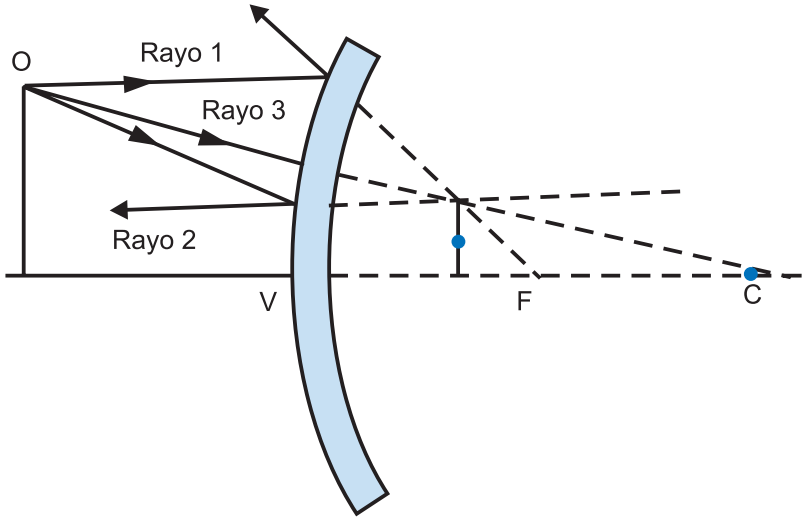
Rayos notables en un espejo convexo

Para los espejos convexos, también existen rayos que tienen una reflexión particular y nos permiten precisar, desde el punto de vista geométrico, las características de las imágenes producidas. Tener en cuenta que el centro de curvatura y el foco se encuentran detrás del espejo.

Rayo que incide en el espejo y es paralelo al eje principal, se refleja en dirección del foco.

Rayo incidente que viaja en dirección del foco, se refleja paralelo al eje principal.

Rayo que incide en dirección del centro de curvatura, se refleja por el mismo camino.

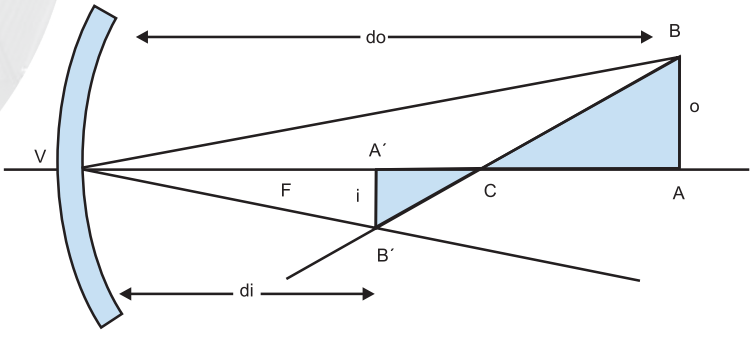


Imágenes en Espejos Convexos

Con ayuda de los rayos notables, se observa que los espejos convexos producen imágenes que tienen siempre las mismas características:

> Las imágenes producidas por un espejo convexo son virtuales (se forman detrás del espejo), derechas y de menor tamaño que el objeto.

Formulas para los espejos esféricos



Los triángulos ABV y A´B´V son semejantes. Por lo tanto $\frac{AB}{A''B'} = \frac{AV}{A'V'}$

Observe que $AB = h_o$; $A'B' = h_i$; $AV = d_o$ y $A'V' = d_i$ entonces:

$$\frac{h_o}{h_i} = \frac{d_o}{d_i}$$

Primera ecuación que relaciona los tamaños del objeto y la imagen con las distancias objeto e imagen.

Los triángulos ABC y A´B´C son semejantes. Por lo tanto $\frac{AB}{A'B'} = \frac{AC}{A'C}$

Como $AB = h_o$; $A'B' = h_i$; $\frac{h_o}{h_i} = \frac{d_o}{d_i}$; $AC = d_o - 2f$; $A'C = 2f - d_i$

entonces:

$$\frac{d_o}{d_i} = \frac{d_o - 2f}{2f - d_i}$$
$$d_o(2f - d_i) = d_i(d_o - 2f)$$
$$2fd_o - d_o d_i = d_o d_i - 2fd_i$$
$$2fd_o + 2fd_i = 2d_o d_i$$

Dividimos por $2fd_o d_i$ y obtenemos:

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

Segunda ecuación que recibe el nombre de fórmula de Descartes.

Las dos ecuaciones anteriores se obtienen en un espejo cóncavo pero se aplican para los espejos convexos. Tenga en cuenta la siguiente convención para los signos:

La distancia objeto siempre es positiva.

La distancia imagen es positiva, cuando la imagen se forma en el campo del espejo (imagen real) y negativa cuando se forma detrás del espejo (imagen virtual).

La distancia focal es positiva en espejos cóncavos y negativa en espejos convexos.

Taller

- Determinar gráficamente las características de las imágenes producidas por un espejo convexo.
- Verificar con un espejo convexo que las imágenes que ellos producen tienen siempre las características anotadas.
- La distancia focal de un espejo cóncavo es de 25 cm. ¿A qué distancia se debe colocar un objeto para que se forme una imagen a 75 cm del espejo? Si el tamaño del objeto es de 10 cm, ¿cuál es el tamaño de la imagen?
- Calcular la distancia focal de un espejo cóncavo, si se obtiene de un objeto colocado a 50 cm del espejo, una imagen real 4 veces más grande.
- Un objeto de 5 cm de altura se sitúa a 25 cm de un espejo convexo de 20 cm de distancia focal. Determinar la posición y el tamaño de la imagen.

- ¿A qué distancia de un espejo cóncavo de 100 cm de radio de curvatura, se debe colocar un objeto, para obtener una imagen real con la mitad del tamaño del objeto?

- ¿Qué clase de espejo debe usarse y cual debe ser su radio de curvatura, si de un objeto situado a 18 cm del espejo se obtiene una imagen derecha cuyo tamaño es 6 veces menor que el tamaño del objeto?

Refracción de la luz

La desviación que experimentan los rayos de luz cuando pasan de un medio a otro, se denomina *refracción*. Esta variación en la dirección que experimentan los rayos de luz cuando pasan de un medio a otro, explica los fenómenos presentados anteriormente.

Leyes de la refracción

Antes de expresar las leyes de la refracción, definimos los siguientes elementos:

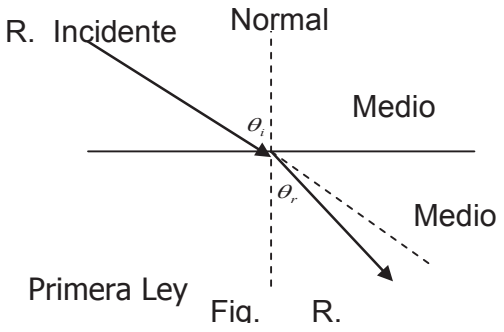
- Rayo incidente: rayo de luz que incide o choca con la superficie de separación de dos medios.

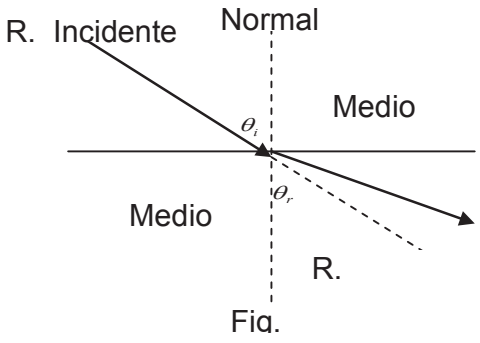
- Rayo refractado: rayo de luz que pasa al otro medio.

- Recta normal: recta imaginaria perpendicular a la superficie de separación de los medios y pasa por el punto de incidencia.

- Ángulo de incidencia: ángulo entre el rayo incidente y la recta normal (θ_i).

- Angulo de refracción: ángulo entre el rayo refractado y la normal (θ_r). Puede acercarse o alejarse de la recta normal dependiendo de ciertas condiciones del medio que veremos más adelante.





Primera ley

El rayo incidente, el rayo refractado y la recta normal, se encuentran en un mismo plano.

Segunda ley

La razón entre el seno del ángulo de incidencia y el seno del ángulo de refracción es una constante que recibe el nombre de índice de refracción relativo del medio 2 respecto al medio 1. Esta ley se denomina ley de Snell.

$$\frac{Sen\theta_i}{Sen\theta_r} = N_{21}$$

El índice de refracción relativo está relacionado con la velocidad de la luz en cada medio:

$$N_{21} = \frac{V_1}{V_2}$$

V = Velocidad de la luz en el medio 1.

V_2 = Velocidad de la luz en el medio 2.

Definimos ahora, el índice de refracción absoluto como la razón entre la velocidad de la luz en el vacío (C = 300.000 km/seg) y la velocidad de la luz en determinado medio (V).

$$N = \frac{C}{V}$$

Por lo tanto: $N_{21} = \frac{N_2}{N_1}$

El índice de refracción relativo del segundo medio respecto al primero es igual a la razón entre el índice de refracción absoluto del segundo medio y el índice de refracción absoluto del primer medio.

En consecuencia la ley de Snell se puede expresar de las siguientes formas:

$$\frac{Sen\theta_i}{Sen\theta_r} = N_{21} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

La siguiente tabla muestra los índices de refracción absolutos de algunas sustancias.

SUSTANCIA	N
Agua	1,33
Aire	1,00029
Hielo	1,31
Alcohol etílico	1,36
Sodio	4,22
Diamante	2,42
Vidrio Ordinario	1,50
Vidrio Crown	1,54
Vidrio flint	1,66
Cristal	1,60

Consecuencias de la segunda ley:

Si $N_{21} > 1$ es porque $V_1 > V_2$ y $Sen\theta_I > Sen\theta_r$ luego $\theta_i > \theta_r$. El rayo refractado se acerca a la normal (fig 1).

Si $N_{21} < 1$ es porque $V_1 < V_2$ y por lo tanto $\theta_i < \theta_r$. El rayo refractado se aleja de la normal. (fig 2).

Si $\theta_r = 90^0$, el rayo refractado es paralelo a la superficie de separación de los medios. Este fenómeno se conoce como reflexión interna total.

Taller

- Si coloca un lápiz en un vaso con agua, se puede observar que el lápiz se ha partido en el punto correspondiente a la separación entre los medios: agua y aire. ¿A qué se debe este fenómeno?

- Si se observa desde el aire el fondo de una piscina o tanque lleno de agua, se nota que son menos profundos de lo que realmente son. ¿Cómo explicaría este hecho?

- Calcular la velocidad con la cual se propaga la luz en el aire, el agua, el vidrio ordinario y el diamante. ¿Qué concluye respecto a la velocidad de la luz en el vacío y en los diferentes medios?

- Un rayo de luz penetra en un cristal. Calcular el ángulo de incidencia teniendo en cuenta que el de refracción es de 35^0.

- Calcular el ángulo límite para el agua, el alcohol etílico y el sodio. Ángulo límite es el ángulo de incidencia para el cual el ángulo de refracción es de 90^0.

- Un foco luminoso puntual se encuentra a 1,5 m de profundidad en un tanque completamente lleno de agua. ¿Cuál es el área de la superficie del agua que se ve iluminada?

Realizar el siguiente experimento:

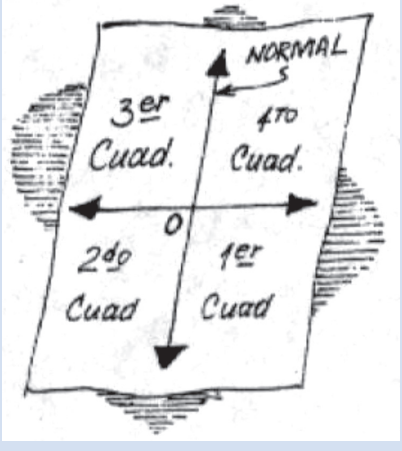
Materiales

» Caja plástica transparente.
» 2 hojas de papel blanco tamaño carta.
» Lápiz.
» Regla.
» Escuadra.
» Transportador.
» Alfileres.

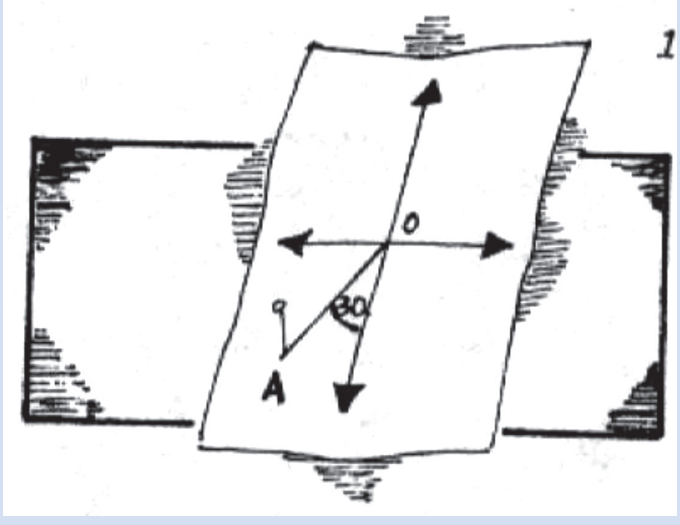
Procedimiento

Primera parte:

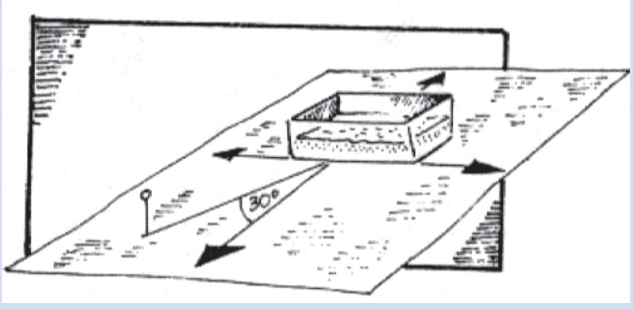
Dibujar en el centro de una hoja de papel un plano cartesiano grande y señalar el origen de coordenadas con O. El eje de las ordenadas (Y) será la recta normal.



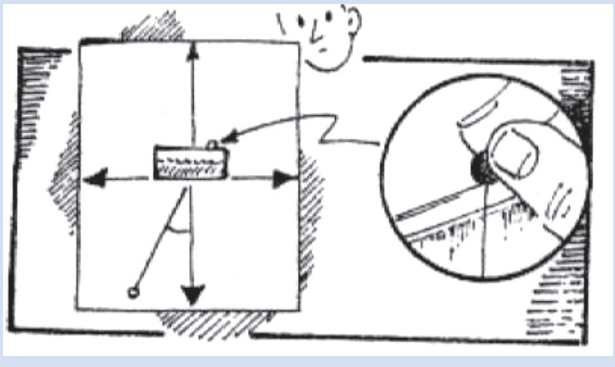
En el segundo cuadrante del plano trazar un segmento de recta que forme 30^0 con la normal. El extremo del segmento sígnelo con la letra A y clave allí un alfiler. El segmento AO es el rayo incidente.



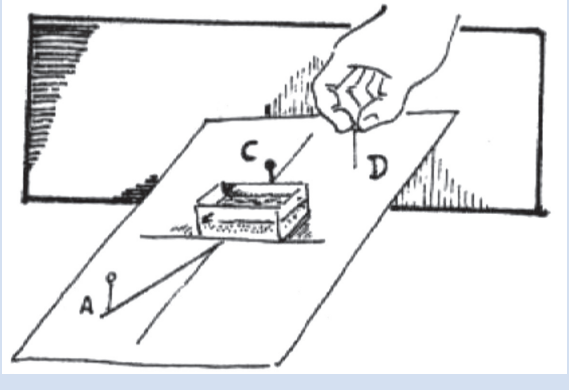
Tener la cubeta llena de agua y colocarla de tal manera que la cara más larga quede alineada con el eje de las abscisas y la otra cara quede en los cuadrantes 3 y 4.



Mirando a través de la cubeta desde el 4 cuadrante colocar un alfiler pegado a la cara de la cubeta, de tal manera que quede en línea recta con el segmento AO que se trazó anteriormente. Llamar a este punto C.



Colocar otro alfiler un poco más separado de la cubeta. (No olvidar mirar a través de la cubeta para que los puntos queden en línea recta). Llamar a este punto D.



Retirar la cubeta y unir mediante segmentos de recta los puntos OC y CD.

¿Qué observa respecto a los segmentos AO y OC?

¿Qué observa respecto a la prolongación de los segmentos AO y el segmento CD?

Segunda parte:

En la otra hoja de papel, dibujar un plano cartesiano y trazar rayos incidentes de acuerdo con las medidas de los ángulos de incidencia dados en la tabla.

Colocar la cubeta con agua y determinar los ángulos de refracción para cada caso, colocando alfileres pegados a la cubeta en la parte posterior, tal como lo hizo en la primera parte.

Completar la tabla:

θ_i	θ_r	Sen θ_i	Sen θ_r	$\frac{Sen\theta_i}{Sen\theta_r}$
10^0				
15^0				
20^0				
25^0				
30^0				
35^0				
			Promedio	

¿A qué corresponde el valor promedio?

Teniendo en cuenta la primera parte de la experiencia, trazar un segmento de recta perpendicular entre los segmentos CD y la prolongación del segmento AO llamarlo d. Determinar la medida de d. ¿A qué corresponde esta medida?

Medir el ancho de la caja, llamarlo y mediante la fórmula: $d = \frac{eSen(\theta_i - \theta_r)}{Cos\theta_r}$ calcular y comparar.

Lentes

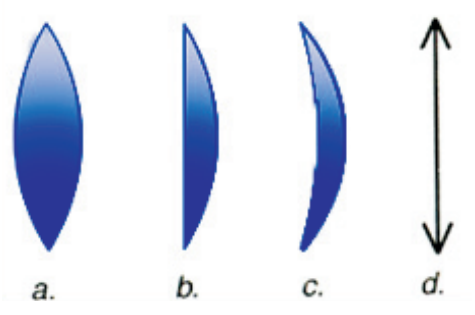
Son medios transparentes que están limitados por superficies curvas o por una superficie curva y una plana.

Las lentes son de gran utilidad: las usamos para corregir defectos de la visión como miopía, hipermetropía, astigmatismo y presbicia. Además, las usamos en el microscopio para observar microorganismos que no es posible ver a simple vista.

También se usan en los telescopios, para observar los demás planetas y las estrellas. Las lentes se clasifican en Convergentes y divergentes.

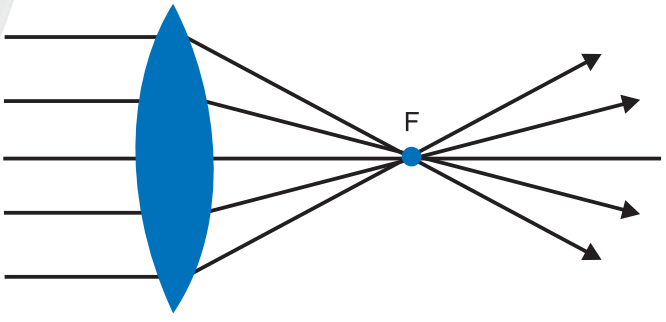
Lentes convergentes

También se denominan lentes positivas. Se caracterizan por ser más gruesas en el centro que en los extremos. Si se hace incidir en una lente convergente un haz de rayos paralelos, al refractarse los rayos convergen o llegan a un punto. Una lupa es una lente convergente, por tal razón, cuando colocamos una lupa entre el sol y una hoja de papel, los rayos refractados convergen a un punto y logramos quemar el papel.



- Biconvexa.
- Planoconvexa.
- Meniscoconvergente.

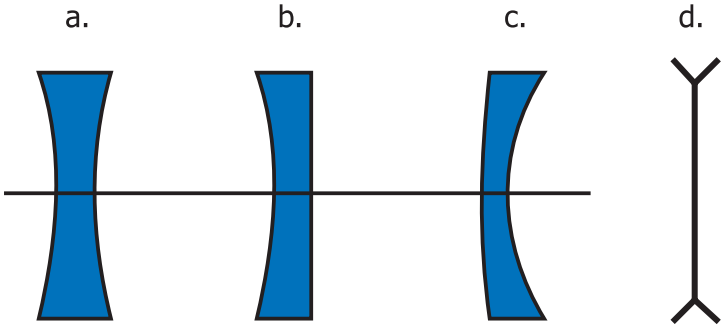
a. Representación de una lente convergente.



Cuando un haz de rayos paralelos incide en una lente convergente los rayos reflejados se cruzan en un punto.

Lentes divergentes o negativas

Son más gruesas en los extremos que en el centro. Si se hace incidir sobre una lente divergente un haz de rayos paralelos, los rayos refractados divergen o sea que se separan cada vez más.

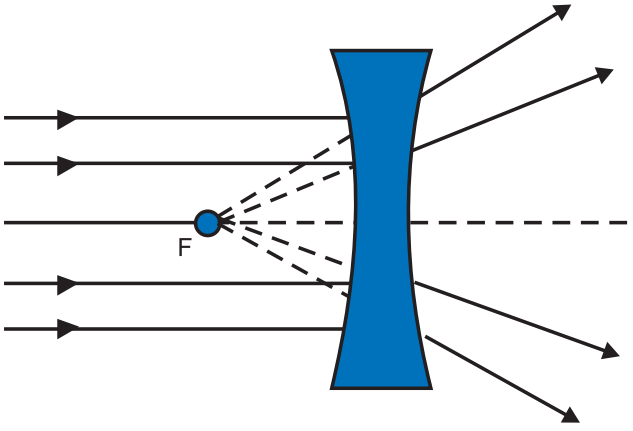


a. Bicóncava.

b. Planocóncava.

c. Meniscodivergente.

d. Representación de una lente divergente.



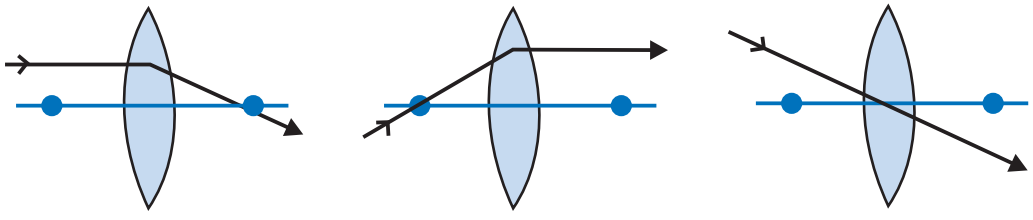
Cuando un haz de rayos paralelos incide en una lente
Divergente los rayos refractados se alejan del eje principal

Elementos de las lentes

- Centros de curvatura: son los centros de las esferas a las cuales pertenece cada una de las caras de la lente.
- Radios de curvatura: son las distancias entre los centros y las caras de la lente.
- Centro óptico: punto medio de la lente que tiene la propiedad de no desviar los rayos de luz que inciden en él.
- Eje principal: recta que pasa por el centro de curvatura y el centro óptico.
- Focos: punto medio entre el centro de curvatura y el centro óptico.

Rayos notables en una lente convergente

- Todo rayo que incide paralelo al eje principal se refracta pasando por el foco.
- Todo rayo que incide pasando por el foco se refracta paralelo al eje principal.
- Todo rayo que llega al centro óptico se refracta sin sufrir desviación.



Imágenes en lentes convergentes

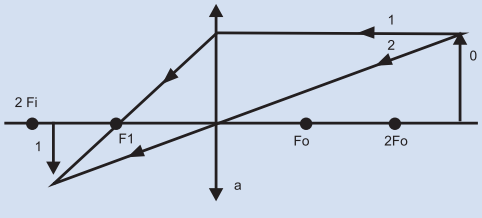
De la misma forma que se hizo con los espejos cóncavos, los rayos notables nos permiten precisar las características de las imágenes producidas por las lentes convergentes dependiendo de la posición del objeto.

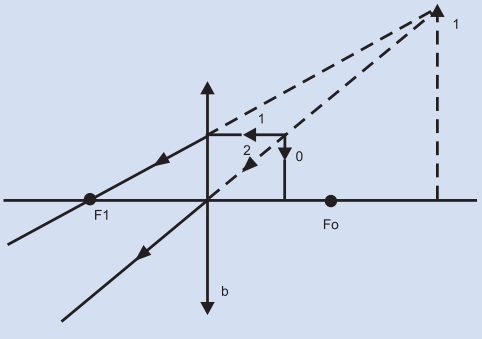
Taller

- El objeto colocado frente a una lente convergente puede estar en diferentes posiciones así:
  - » Entre el infinito y el centro de curvatura.
  - » En el centro de curvatura.
  - » Entre el centro de curvatura y el foco.
  - » En el foco.
  - » Entre el foco y la lente.
- Dibujar una lente convergente y ubicar sus elementos. Dibujar flechas que representan los objetos, en cada una de las posiciones anotadas. Dibujar, por lo menos, dos rayos notables con sus respectivos rayos refractados y dibujar la imagen.

Si la imagen se forma con los rayos refractados es real (al otro lado de la lente). Si se forma con la prolongación de los rayos refractados es virtual (en el mismo lado donde está el objeto).

Los siguientes dibujos le sirven de ayuda para su trabajo. En cada caso, indicar las características de la imagen. Comparar con los espejos cóncavos.



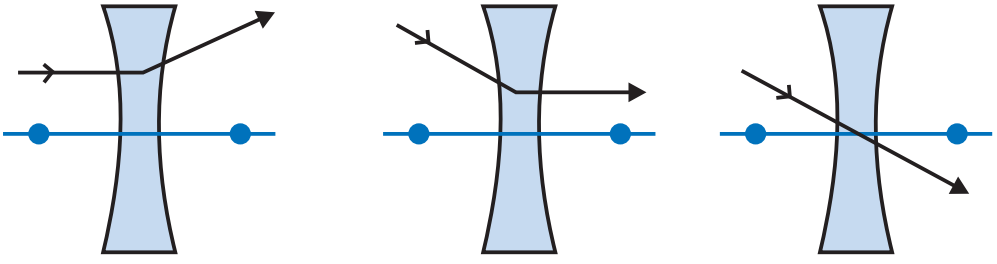


Rayos notables en una lente divergente

Todo rayo que incide en la lente y es paralelo al eje principal se refracta de tal manera que su prolongación pasa por el foco.

Todo rayo que incide en dirección del foco se refracta paralelo al eje principal.

Todo rayo que incide en el centro óptico se refracta sin sufrir desviación.



Formulas para las lentes

Para las lentes convergentes y divergentes se deducen fórmulas similares a las de los espejos cóncavos y convexos con base en la semejanza de triángulos. Así:

$$\frac{h_o}{h_i} = \frac{d_o}{d_i}$$

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f}$$

Se debe tener en cuenta la siguiente convención para los signos:

La distancia objeto siempre es positiva.

Si la distancia imagen es positiva, la imagen es real y el objeto y la imagen se encuentran en lados opuestos de la lente.

Si la distancia imagen es negativa, la imagen es virtual y objeto e imagen se encuentran al mismo lado de la lente.

Si la lente es convergente, la distancia focal es positiva y en las lentes divergentes negativa.

Taller

- Con ayuda de los rayos notables determinar las características de las imágenes producidas por las lentes divergentes. Comparar los resultados obtenidos con los espejos convexos.
- A 20 cm de una lente convergente de 15 cm de distancia focal se ubica un objeto de 5 cm de altura. Determinar la posición y el tamaño de la imagen.
- De un objeto que se encuentra a 25 cm de una lente convergente se obtiene una imagen real dos veces mayor. Calcular la distancia focal de la lente.
- ¿A qué distancia de una lente convergente de 20 cm de radio se debe colocar un objeto para obtener una imagen real 5 veces más grande?
- Una lente divergente de 20 cm de distancia focal, produce de un objeto, una imagen virtual a 15 cm de la lente. Hallar la distancia objeto.

Óptica física

Estudia los fenómenos de difracción, interferencia, polarización y dispersión de la luz.

El estudio de la reflexión y la refracción de la luz se realizó partiendo de un objeto ideal, el rayo luminoso. En la práctica obtener un rayo luminoso es imposible debido a las características ondulatorias de la luz.

Thomas Young realizó un experimento con el cual estableció el carácter ondulatorio de la luz midiendo su longitud de onda.

El siguiente experimento le permitirá observar las características ondulatorias de la luz en cuanto a los fenómenos de difracción e interferencia.

Taller

Materiales

» Placa de radiografía.
» Dos cuchillas de afeitar.

Procedimiento

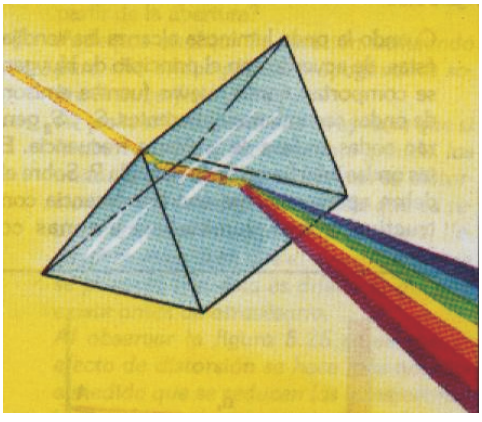
- Con una cuchilla realizar una ranura en la placa de radiografía de tal manera que la luz pase a través de esta abertura.
- Mirar a través de ella una fuente luminosa (bombilla de filamento recto).
- Describir lo observado. ¿Cómo explica este fenómeno?
- En la misma lámina realizar dos ranuras uniendo las dos cuchillas y realizando un solo trazo.
- Observar la fuente luminosa a través de las ranuras. Describir lo observado, ¿cómo explica este hecho?

Por otra parte, la luz, como fenómeno ondulatorio se puede polarizar produciendo cambios en su intensidad. El dispositivo utilizado para polarizar la luz se denomina *polaroide*. El polaroide se forma con dos láminas de vidrio o plástico y colocando dentro de ellas cristales microscópicos de sulfato de yodo-quinina.

Cuando se colocan frente a una fuente luminosa, dos láminas de polaroide manteniendo una fija y la otra se hace girar, obtendremos una intensidad lumino-

sa máxima cuando están orientadas de tal manera que sus ejes son paralelos, y mínima intensidad (oscuridad) cuando los ejes son perpendiculares.

Dispersión de la luz



Responder las siguientes preguntas de acuerdo a su criterio:

- ¿Qué es el arco iris?
- ¿Qué condiciones climáticas deben darse para que se presente este fenómeno?
- ¿Por qué ocurre este fenómeno?
- ¿Cree usted que este fenómeno produce algún efecto a las plantas, a los animales o a las personas?

Cuando un haz de luz blanca (luz del Sol), incide sobre un prisma transparente, la luz emergente (que sale) del prisma se dispersa originando una banda de colores que recibe el nombre de *espectro*. La razón de este fenómeno es que el índice de refracción del aire al vidrio no es igual para todos los colores del espectro. Los diferentes colores del espectro son ondas con diferente longitud de

onda y por lo tanto diferente frecuencia. La frecuencia es máxima para el color violeta y mínima para el rojo.

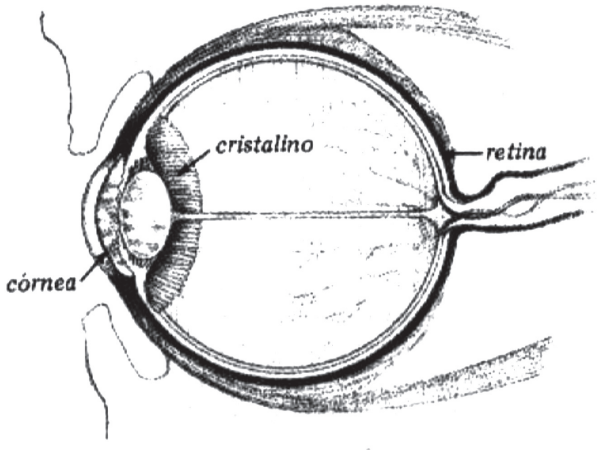
El espectro de la luz blanca tiene una parte que nosotros no podemos ver. Con frecuencia mayor que el violeta, se encuentran los *rayos ultravioleta* que son nocivos para nuestra salud ya que son los responsables del cáncer de piel. Con frecuencias menores al color rojo se encuentran los *rayos infrarrojos*.

El arco iris no es más que la descomposición de la luz del Sol al pasar a través de las gotas de agua que se comportan como un prisma.

La siguiente tabla muestra las frecuencias y longitudes de onda para los diferentes colores del espectro de la luz blanca.

COLOR	FRECUENCIA (Hz)	LONG. DE ONDA (A)
Rojo	3,8 – 5,0 x 10^{14}	6.000 – 7.800
Amarillo	5,0 – 5,3	5.700 – 6.000
Verde	5,3 – 6,0	5.000 – 5.700
Azul	6,0 – 6,7	4.500 – 5.000
Violeta	6,7 – 7,9	3.800 – 4.500

El ojo humano



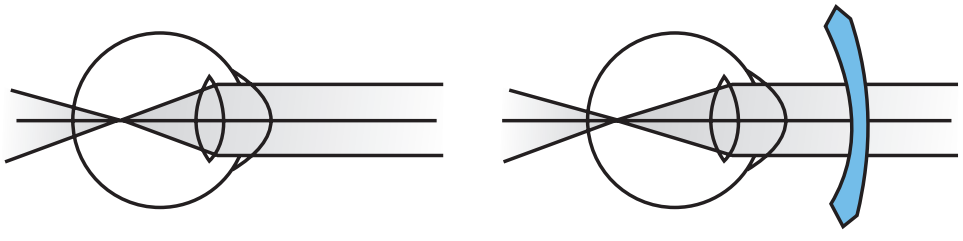
Es un instrumento óptico que se parece a una cámara fotográfica. El objetivo está formado por dos lentes que son la córnea y el cristalino. Las imágenes se forman en la retina, que equivale a la película fotográfica de la cámara. El cristalino es una lente convergente cuya curvatura varía para enfocar los objetos,

este proceso se denomina acomodación del ojo. Una enfermedad que afecta el cristalino provocando visión borrosa es la catarata. Para regular la entrada de luz a la retina, la pupila se dilata o contrae por medio del iris. ¿Qué sensación experimenta en sus ojos cuando sale de una habitación oscura a un sitio bien iluminado? ¿Cómo explica este fenómeno?

Cuando el ojo enfoca bien las imágenes en la retina, se dice que el ojo es *emétrope*. Por diversos factores, algunos ojos no enfocan bien las imágenes en la retina y se presentan los denominados defectos de la visión. Los más comunes son:

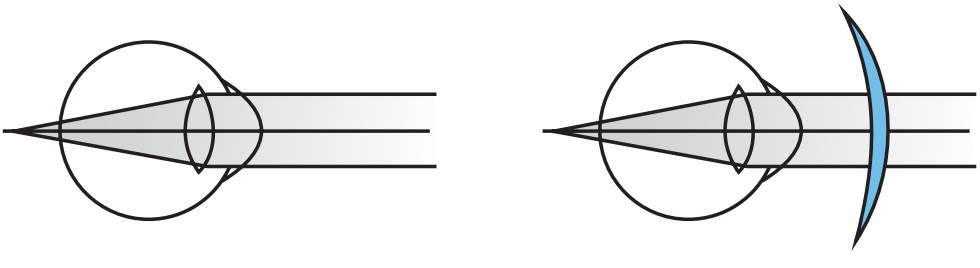
La miopía

Se presenta cuando las imágenes de los objetos que se encuentran a cierta distancia, se forman antes de la retina y por lo tanto debemos acercarnos a los objetos para lograr una buena visión. Este defecto se debe a que el ojo es muy convergente, por lo tanto, para su corrección debemos utilizar lentes divergentes.



La hipermetropía

Ocurre lo contrario, las imágenes se forman detrás de la retina debido a un alargamiento del cristalino. Las personas que padecen este defecto, retiran los objetos para lograr una buena visión. Se corrige con el uso de lentes convergentes.



Cuando el ojo pierde su esfericidad, se presenta un defecto de la visión que se denomina ***astigmatismo***.

Debido a la edad, el ojo puede llegar a padecer el defecto denominado **presbicia o vista cansada** que consiste en la pérdida del poder de acomodación del ojo por el debilitamiento de la elasticidad de los músculos ciliares y entonces la visión se vuelve defectuosa tanto para cortas o largas distancias. Se usan, para su corrección, dos clases de lentes, unos para ver de cerca y otros para ver de lejos. (Lentes bifocales).

Ejercicio de seguimiento de los aprendizajes en el campo de formación

Como complemento al trabajo realizado hasta ahora se propone el siguiente análisis evaluativo, al mismo tiempo que observa en que medida esta funcionando su autonomía del aprendizaje.

Llene el siguiente formato paso a paso y no todo al final del momento

ANTES	YO SE….	ME PREGUNTO…..	ME ANTICIPO….
DURANTE	**RESUMO…..**	**RESPONDO…..**	**VERIFICO……**
DESPUES	**APRENDI…..**	**TENGO DUDAS…..**	**REPLANTEO…..**

Referencias

BOYD, Morrison. Química Orgánica. Addison Wesley Iberoamericana. 1990.

CORDOVA FRUNZ, José Luis. La química y la cocina. Ed.Fondo de Cultura Económica. Serie La ciencia para Todos. 2003.

CURTIS, Helena y SUE BARNES N. BIOLOGIA. Editorial Medica Panamerica. Argentina.

DAUB, William. Química. Ed. Prentice Hall Inc. SEptima edición. 1997

DEVLIN, Keith. El Lenguaje de las Matemáticas. Editorial intermedio.

DOMÍNGUEZ, Jorge. Experimento de Química Orgánica.

DUTCHER A. Fundamentos de Química Agrícola. Editorial Salvat S.A. España. 1987.

EINSTEIN Albert y Otro. La Evolución de la Física. Biblioteca Científica Salvat. España. 1986

Enciclopedia Temática Circulo, " MILLENIUN ", MATEMÁTICA FISICA Y QUIMICA.

FERNÁNDEZ, Myriam, Spin Química 11º. Editorial Voluntad S.A. Colombia. 1997

FESSENDEN, Ralph y FESSENDEN, Joan. Química Orgánica. Editorial Iberoamericana. 1995

Ministerio de Ecuación Nacional. Formar en Ciencias. El Desafío, Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Revolución Educativa. 2004

FREAR, Donald. Tratado de Química Agrícola. Editorial Salvat S.A. España. 1986

GARCIA. Hacia la Química 2. Editorial Temis S.A. Colombia. 1999

GEILFUS, Frans. 80 herramientas para el desarrollo participativo. Diagnóstico, planificación. Monitoreo y Evaluación. 2009. San José de Costa Rica.

HEISENBERG, Werner. La Imagen de la Naturaleza en la Física Actual. Muy Interesante, Biblioteca de Divulgación Científica. España. 1985

KAZMIER J. Leonard, Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía, Mcgraw Hill.

LONDOÑO Nelson y BEDOYA Hernando. Matemática Progresiva 6 "Geometría Analítica y Trigonometría". Editorial Norma

MANDIGAN M.T. y Otros. Biología de los Microorganismos. Octava Edición. Editorial Prentice Hall - Iberia. Madrid. 1999

MENDEZ RAYON, José Luis. Aprender y vivir mejor en la escuela. Ed. CCS Madrid. 2002.

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, Serie Guía 21. Aportes la construcción de Curriculos Pertinentes. Competencias laborales generales. 2003

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, Documento 3. Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. 2006

McKELVEY John P. y Otro. Física para Ciencias e Ingeniería 2. Editorial Harla. México. 1981

MONDRAGÓN, C. Química II. Editorial Santillana. Bogotá. 2001

ROY, Jacques. El Ecosistema, Mundo Científico. Centro de Ecología Funcional y evolutiva. Montpellier.

Zeta Multimedia. Naturaleza On Line. Colección Virtual. Gran serie de Multimedia del Conocimiento.

OCHOA, R y OVIDEO León. Matemática 6 Once grado. Editorial Susaeta. Bogotá.

ODUM, Eugene P. Ecología. El Vínculo entre las Ciencias Naturales y la Sociales. Editorial Continental S. A. México. 1982

PEÑA SÁNCHEZ, Daniel. Estadística Modelos y Métodos. Fundamentos 1. Editorial Alianza. Madrid.

PEREZ, Arturo. Química Curso Programático. Editorial Marcombo. Madrid. 1995

RESNICK, Robert y Otro. Física, Parte 1. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 1980

REUSCH, William H. Química Orgánica. Editorial Mac GrawHill. México. 1979

SANTAFE G. et. al. Química del Carbono. Universidad de Pamplona. Pamplona.

SEARS Francis W y Otro. Física. Editorial Aguilar. Madrid. 1973

VALERO, Michel. Física Fundamental 2. Editorial Norma. Bogotá. 1999

VILLEGAS RODRÍGUEZ, Mauricio. Matemática 2000-11, Editorial Voluntad. Bogotá.

VILLEGAS RODRÍGUEZ, Mauricio y Otro. Galaxia Física 11. Editorial Voluntad. Bogotá. 1998