

# COORDINACIÓN EDUCATIVA Y CULTURAL CENTROAMERICANA

Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes  
Centroamericanos de Educación Primaria o Básica

## Biología General para la Formación de Docentes de la Educación Primaria



**Oscar Meynard Alvarado**

**VOLUMEN 28**

570.7

M614b Meynard Alvarado, Oscar

Biología general para la formación de docentes de la educación primaria / Oscar Meynard Alvarado – 1ª. ed. – San José, C.R. : Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA, 2009.

146 p. : il. ; 28 x 21 cm. – (Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Básica; n. 28)

ISBN 978-9968-818-75-9

1. Biología – Estudio y enseñanza. 2. Capacitación de docentes. I. Título.

## CRÉDITOS

La elaboración y publicación de esta colección fueron realizadas con la contribución económica del Gobierno Real de los Países Bajos, en el marco del **Proyecto Consolidación de las Acciones del Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica, CECC/SICA**

**María Eugenia Paniagua Padilla**  
Coordinador Regional del Proyecto

**Juan Manuel Esquivel Alfaro**  
Director del Proyecto

**Oscar Meynard Alvarado**  
Autor del Texto

**Guillermo Calderón Vega**  
Revisión y Asesoría de Contenidos

**Alberto Alfonso Pérez.**  
Revisión Técnica y Científica

**Javier Gonzáles Manzanarez**  
Diagramación y Diseño de Portada

**Arnobio Maya Betancourt**  
Coordinador y Asesor de la 1ª  
Edición Final y de la Reimpresión

**Impresión Litográfica**  
Editorama, S.A.

Para la impresión de esta 2ª. edición, (1ª. aún para el registro del ISBN) se ha respetado el contenido original, la estructura lingüística y el estilo utilizado por el autor, de acuerdo con un contrato firmado para su producción por éste y la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, CECC/SICA.

**DE CONFORMIDAD CON LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS ES PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN, TRANSMISIÓN, GRABACIÓN, FILMACIÓN TOTAL Y PARCIAL DEL CONTENIDO DE ESTA PUBLICACIÓN, MEDIANTE LA PUBLICACIÓN DE CUALQUIER SISTEMA DE REPRODUCCIÓN, INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO. LA VIOLACIÓN DE ESTA LEY POR PARTE DE CUALQUIER PERSONA FÍSICA O JURÍDICA, SERÁ SANCIONADA PENALMENTE.**

## ***PRESENTACIÓN***

A finales del año 2002 y comienzos del 2003, así rezan los respectivos colofones, **la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana, (CECC/SICA)**, publicó y entregó treinta y seis interesantes obras que estructuraron la **Colección Pedagógica Formación Inicial de Docentes Centroamericanos de Educación Primaria o Básica**.

Dichas publicaciones se originaron en el marco del **Proyecto Apoyo al Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica**, el que se generó y se puso en ejecución, merced al apoyo que ha brindado la Cooperación Internacional del Gobierno Real de los Países Bajos.

Para desarrollar dichas obras, la CECC/SICA realizó una investigación diagnóstica en los países que forman parte orgánica de la institución, la cual permitió identificar, con mucha claridad, no sólo las temáticas que serían abordadas por los autores y autoras de las obras de la Colección, sino también las estrategias que debían seguirse en el proceso de diseño y producción de la misma, hasta colocar los ejemplares asignados en cada uno de los países, mediante sus respectivos Ministerios o Secretarías de Educación.

Los mismos materiales trataron de responder a los perfiles investigados de los formadores y de los maestros y de las maestras, así como a los respectivos planes de estudio.

Como podrá visualizarse en la información producida en función del Proyecto, cuyo inicio se dio en Diciembre de 1999, los programas que se han implementado en el marco del mismo son los siguientes:

- 1°. Desarrollo del perfil marco centroamericano del docente de Educación Primaria o Básica para mejorar el currículo de formación inicial de docentes.
- 2°. Mejoramiento de la formación de formadores de docentes para la Educación Primaria o Básica.
- 3°. Producción de recursos educativos para el mejoramiento del desarrollo del currículo de formación inicial de docentes de la Educación Primaria o Básica.
- 4°. Innovaciones pedagógicas.
- 5°. Investigación Educativa.

La Colección publicada y distribuida, a la que aludimos, pretende ofrecer a los países obras didácticas actualizadas e innovadoras en los diferentes temas curriculares de la Educación Primaria o Básica, que contribuyan a dotar de herramientas estratégicas, pedagógicas y didácticas a los docentes Centroamericanos para un eficaz ejercicio de su práctica educativa.

Después de publicada y entregada la Colección a los países destinatarios, la CECC/SICA ha hecho el respectivo seguimiento, el cual muestra el acierto que, en alta proporción, ha tenido la organización, al asumir el diseño, la elaboración, la publicación y su distribución.

Basada en estos criterios, es como la CECC/SICA y siempre con el apoyo de la Cooperación Internacional del Gobierno Real de los Países Bajos, ha decidido publicar una segunda edición de la colección (36

volúmenes) y a la cual se le suma un nuevo paquete de 14 volúmenes adicionales, cuya presentación de la 1ª edición se hace en éstos, quedando así constituida por 50 volúmenes.

Nuevamente presentamos nuestro agradecimiento especial al Gobierno Real de los Países Bajos por la oportunidad que nos brinda de contribuir, con esta segunda edición de la Colección, a la calidad de la Educación Primaria o Básica de la Región Centroamericana y República Dominicana.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Eugenia Paniagua', written over a horizontal line.

*MARIA EUGENIA PANIAGUA*  
*Secretaria General de la CECC/SICA*

## *PRESENTACIÓN DE LA PRIMERA EDICIÓN*

En los últimos años, la Coordinación Educativa y Cultural Centroamericana (CECC) ha venido ejecutando importantes proyectos que, por su impacto y materia, han complementado los esfuerzos ministeriales por mejorar y modernizar la Educación. Los proyectos de más reciente aprobación, por parte del Consejo de Ministros, están direccionados a enfrentar graves problemas o grandes déficits de los sistemas educativos de nuestra región. Este es el caso del Proyecto “Apoyo al Mejoramiento de la Formación Inicial de Docentes de la Educación Primaria o Básica”, cuyo desarrollo ha conducido a una exhaustiva revisión de los diversos aspectos relacionados con la formación de los maestros. Sus resultados son evidentes en cada país y con ello la CECC cumple su finalidad de servir cada vez mejor a los países miembros.

En este caso, ha de recordarse que este valioso proyecto es el producto de los estudios diagnósticos sobre la formación inicial de docentes ejecutados en cada una de las seis repúblicas centroamericanas en el año 1996, los cuales fueron financiados con fondos donados por el Gobierno de los Países Bajos. Entre las conclusiones y recomendaciones formuladas en el Seminario Centroamericano, una de las actividades finales del estudio indicado, el cual fue realizado en Tegucigalpa, Honduras, en septiembre de ese mismo año, los participantes coincidieron plenamente en poner especial atención a la formación de los formadores y en promover la “tercerización” de la formación de los maestros donde no existiere. También, hubo mayoría de opiniones sobre la necesidad de establecer perfiles del formador y de los maestros y respecto a la actualización de los respectivos planes de estudio. Por consiguiente, es apropiado afirmar que el contenido de este proyecto, orientado a mejorar la formación inicial de docentes, se sustenta en los seis diagnósticos nacionales y en el informe regional que recoge los principales resultados del Seminario Regional y la información más útil de los informes nacionales.

Como consecuencia del trabajo previo, explicado anteriormente, y de las conversaciones sostenidas con los funcionarios de la Embajada Real sobre los alcances y el presupuesto posible para este proyecto, finalmente se aprobó y dio inicio al mismo en diciembre de 1999 con los siguientes programas:

- 1. Desarrollo del perfil marco centroamericano del docente de Educación Primaria o Básica para mejorar el currículo de formación inicial de docentes.** Con base en este perfil se construyeron los perfiles nacionales, los que sustentaron acciones de adecuación de los currículos de formación inicial de docentes en cada país.
- 2. Mejoramiento de la formación de formadores de docentes para la Educación Primaria o Básica.** Con el propósito de definir perfiles académicos de los formadores de docentes que den lugar a planes de estudio de grado y de postgrado.
- 3. Producción de recursos educativos para el mejoramiento del desarrollo del currículo de formación inicial de docentes de la Educación Primaria o Básica.** Dirigido a editar obras bibliográficas y a producir materiales interactivos que se empleen en las aulas de formación de maestros.
- 4. Innovaciones pedagógicas.** Consistente en poner en práctica y evaluar innovaciones pedagógicas en el campo de la formación inicial y en servicio de docentes.
- 5. Investigación Educativa.** Desarrollo de investigaciones sobre temas dentro de la formación inicial de los docentes del Nivel Primario.

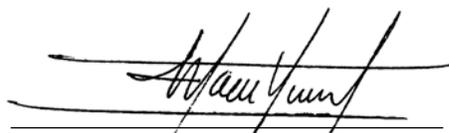
Es oportuno destacar cómo la cooperación financiera y técnica del Gobierno de los Países Bajos, a través de su Embajada Real en San José, Costa Rica, ha sido no solo útil a los Ministerios de Educación del Área, por centrarse en uno de los factores determinantes de la calidad de la Educación, sino también porque ha permitido, en dos momentos, completar una propuesta de trabajo que ha impactado y que ha abierto nuevas vertientes de análisis y reflexión de la formación inicial de docentes para la Educación Primaria.

Con esta Presentación se quiere exaltar la importancia y trascendencia del Programa 3, en el que se enmarca la elaboración de las obras bibliográficas, orientadas a solventar, en alguna medida, la falta de disponibilidad de textos referenciales de actualidad en el campo educativo, que contribuyan a elevar la calidad de la formación profesional de los maestros y la de sus formadores, donde ello sea una necesidad. Además, de que la colección se pone en manos de quienes forman educadores para la Educación Primaria y de los estudiantes de pedagogía. Todo esto es producto del conocimiento y la experiencia de profesionales centroamericanos que han consagrado su vida a la educación y al cultivo de los diversos saberes. Llegar a la definición de las obras y sus títulos fue un largo y cuidadoso proceso en el que intervinieron diversos profesionales de la región, de acuerdo con el concurso establecido y publicado para tales efectos.

Es importante apuntar que las obras que integran esta colección de valor incalculable, cubren los principales temas curriculares y técnico-pedagógicos que deben acompañar a un adecuado proceso de formación inicial de docentes. Por ello, van desde los temas fundamentales de Educación, el Currículo, Ejes Transversales, la Didáctica, la Evaluación, la Supervisión y Administración Educativa, hasta temas metodológicos y estratégicos específicos relacionados con el conocimiento teórico y con la enseñanza de las Ciencias Sociales, la Matemática, las Artes, el Lenguaje, las Ciencias Naturales y la Investigación Educativa. En su elaboración se siguió un proceso de amplia participación, dentro del cual se recurrió a jueces que analizaron las obras y emitieron sus comentarios y recomendaciones enriquecedores en algunos casos y correctivos en otros. En este proceso, los Ministerios de Educación de la región tuvieron un papel fundamental al promover dicha participación.

Esta Secretaría General considera que la rica colección, por la diversidad temática, visión y actualidad, es un aporte sustantivo, muy visible, manejable y de larga duración, que el Gobierno de los Países Bajos, a través de la CECC, le entrega gratuitamente a las instituciones formadoras de educadores y a las dependencias de los Ministerios de Educación, encargadas de este campo. Del buen uso que hagan formadores y formados del contenido de esta colección de obras, va a depender, en definitiva, que el esfuerzo de muchos profesionales, realizado en el marco de la CECC, genere los resultados, el impacto y las motivaciones humanas y profesionales de quienes tendrán en las aulas centroamericanas el mayor tesoro, la más grande riqueza de nuestras naciones: las niñas y los niños que cursan y cursarán la Educación Primaria. El aporte es objetivo. Su buen uso dependerá de quienes tendrán acceso a la colección. Los resultados finales se verán en el tiempo.

Finalmente, al expresar su complacencia por la entrega a las autoridades de Educación y al Magisterio Centroamericano de obras tan valiosas y estimulantes, la Secretaría General resalta la importancia de las alianzas estratégicas que ha logrado establecer la CECC, con países y agencias cooperantes con el único espíritu de servir a los países del Área y de ayudar a impulsar el mejoramiento de la educación en los países centroamericanos. En esta ocasión, la feliz alianza se materializó gracias a la reconocida y solidaria vocación de cooperación internacional del Gobierno de los Países Bajos y, particularmente, a los funcionarios de la Embajada Real, quienes con su apertura, sensibilidad y claridad de sus funciones hicieron posible que la CECC pudiese concluir con tanto éxito un proyecto que nos deja grandes y concretas respuestas a problemas nuestros en la formación de maestros, muchas enseñanzas y deseos de continuar trabajando en una de las materias determinantes para el mejoramiento de la calidad de la Educación.



**MARVIN HERRERA ARAYA**  
*Secretario General de la CECC*

## CONTENIDOS

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	iii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS</b>	
Breve historia de la Biología .....	4
Campo de estudio de la Biología .....	4
El método de investigación científica .....	6
El microscopio y otros instrumentos de laboratorio .....	7
Aportes de las ciencias biológicas al desarrollo de la sociedad.....	11
<b>CAPÍTULO II BASE MOLECULAR DE LA VIDA</b>	
Bioelementos .....	14
Carbohidratos.....	15
Monosacáridos .....	15
Disacáridos .....	15
Polisacáridos .....	16
Lípidos .....	16
Proteínas .....	17
Estructura de la proteína .....	18
Clasificación de las proteínas .....	19
Funciones de las proteínas .....	19
Ácidos nucleicos .....	19
Clasificación de los ácidos nucleicos .....	20
Replicación del ADN .....	21
Moléculas energéticas .....	21
<b>CAPÍTULO III ORGANIZACIÓN Y DINÁMICA CELULAR</b>	
Teoría celular .....	26
Clasificación de las células .....	26
Estructura de la célula eucariótica .....	27
Membrana plasmática .....	27
Pared celular .....	29
Otras estructuras membranosas .....	30
Citoplasma y organelos citoplasmáticos .....	30
Núcleo .....	33

Fisiología celular .....	34
Metabolismo celular .....	35
Nutrición.....	35
Fotosíntesis .....	35
Respiración .....	40
Funciones de relación .....	43
Organismos procariontes .....	44

## CAPÍTULO IV REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

Reproducción celular .....	50
Mitosis .....	50
Meiosis .....	52
Reproducción en los organismos .....	54
Reproducción asexual .....	55
Reproducción sexual .....	56
Reproducción sexual en las plantas .....	56
Reproducción sexual en animales .....	58
Reproducción humana .....	60
Aparato reproductor masculino .....	60
Aparato reproductor femenino .....	61
Fecundación .....	63
Desarrollo embrionario en el hombre .....	63
Anexos embrionarios .....	65
Desarrollo post - embrionario .....	66

## CAPÍTULO V GENÉTICA

Mecanismos de la herencia .....	70
Conceptos básicos .....	70
Los trabajos de Mendel .....	73
Dominancia incompleta .....	76
Alelos múltiples .....	76
Poligenia .....	77
Pleiotropía .....	78

Teoría genética de la herencia .....	78
Desarrollo de la genética .....	78
Estructuras genéticas .....	79
Duplicación del ADN .....	80
Codificación de la información .....	80
Síntesis de proteínas .....	81
La ingeniería genética .....	81
Herencia humana .....	83
Determinación del sexo .....	83
La herencia ligada al sexo .....	84
Mutaciones .....	86
Clasificación de las mutaciones .....	86

## CAPÍTULO VI ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA VIDA

El origen de la vida .....	92
Principales teorías .....	92
Las eras geológicas .....	94
Evolución de los seres vivos .....	96
Primeras ideas evolucionistas .....	97
Darwin y el origen de las especies .....	98
Aspectos básicos de la teoría evolucionista .....	99
Evolución, diversidad y adaptación .....	100
Aportes de otras ramas biológicas a la evolución .....	102
La evolución humana .....	103
Los primates y la evolución del hombre .....	104
Las razas actuales .....	106

## CAPÍTULO VII FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA

Las ciencias ecológicas .....	110
Origen y desarrollo .....	110

Los componentes del ambiente y sus interrelaciones .....	111
Componentes abióticos .....	111
Componentes bióticos .....	113
Hábitat y nicho ecológico .....	113
Sistema ecológico .....	114
Niveles de organización ecológica .....	114
Organización y funcionamiento de las poblaciones .....	115
Características de la población .....	115
Características de la comunidad .....	118
Estratificación de la comunidad .....	119
Relaciones entre las poblaciones de la comunidad .....	120
Organización y funcionamiento del ecosistema .....	121
Dinámica de los ecosistemas .....	122
Clasificación de los ecosistemas .....	125
Los recursos naturales y el desarrollo sostenible .....	128
Recursos naturales .....	128
Manejo de los recursos y deterioro ambiental .....	128
Extinción de las especies .....	130
Preservación de la naturaleza .....	130

## INTRODUCCIÓN

A la luz del desarrollo científico de nuestros días, las **ciencias biológicas** abarcan una extensa red de conocimientos alrededor de la vida (origen, desarrollo, perpetuación, etc). El presente texto de **Biología General**, pretende abordar en sus siete capítulos las principales características de los seres vivos, desde la organización de las biomoléculas hasta las leyes que rigen su organización, funcionamiento e interrelaciones. Se pretende con esta obra, brindar contenidos básicos de biología a los estudiantes de magisterio, de manera que les sean útiles tanto para su trabajo profesional como para asimilar los contenidos de otras ramas biológicas como la **Botánica**, la **Zoología**, la **Anatomía**, la **Genética**, la **Ecología** y otras.

Los contenidos están organizados de manera que se abordan los principios y fenómenos biológicos de menor a mayor complejidad.

El primer capítulo, luego de realizar un recuento **del desarrollo histórico** de la biología, la relaciona con otras ciencias y se refiere también a la **metodología científica** adoptada por esta disciplina.

El segundo capítulo aborda la **organización biomolecular** de la vida.

Los aspectos relacionados con la **organización y la dinámica celular**, se analizan en el tercer capítulo, donde se hace referencia además a los eventos **fotosintéticos** y **respiratorios**.

En el capítulo cuatro, se exponen las principales características de los **procesos reproductivos** tanto a nivel celular como en la perpetuación de organismos pluricelulares. Así mismo, se abordan aspectos generales del **desarrollo embrionario**.

El capítulo cinco, expone las principales leyes que rigen los mecanismos de la **herencia**, así como el **desarrollo y aplicación de la Genética**.

El **proceso evolutivo** de los seres vivos, se encuentra en el capítulo seis; siempre partiendo del origen de la vida hasta el desarrollo actual de los organismos.

En el último capítulo, es decir el siete, se abordan los contenidos referentes a la **Ecología**, se describen los diferentes niveles de organización desde la población hasta el ecosistema, estableciendo los nexos entre los organismos y entre éstos y el medio que les rodea.

Cada capítulo presenta al final un pequeño resumen y propone un conjunto de actividades a realizar para comprobar y consolidar los conocimientos adquiridos.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

- Breve historia del desarrollo de la Biología.
- Campo de estudio de la Biología.
- El método de investigación científica.
- Aportes de las ciencias biológicas al desarrollo de la sociedad.



### ! Al finalizar el capítulo el estudiante



- ◆ Diferenciará las etapas más significativas del desarrollo de las ciencias biológicas.
- ◆ Explicará el objeto de estudio de la asignatura.
- ◆ Comprenderá la importancia del método científico en la investigación biológica.
- ◆ Identificará las principales partes del microscopio óptico.
- ◆ Conocerá otros útiles de laboratorio.
- ◆ Demostrará la importancia del conocimiento biológico para el desarrollo científico-técnico de la sociedad.
- ◆ ¿Cuáles fueron los primeros vínculos del hombre con la naturaleza?.
- ◆ ¿Qué estudia la biología?.
- ◆ ¿Cuáles son las etapas del método científico?.
- ◆ ¿Por qué se plantea que el descubrimiento del microscopio revolucionó el conocimiento biológico?.
- ◆ ¿Qué aplicación práctica se puede dar a los conocimientos biológicos del ser humano?.

## BREVE HISTORIA DE LA BIOLOGÍA

Desde la época primitiva el hombre sintió la necesidad de conocer plantas y animales que posteriormente utilizó para satisfacer sus necesidades. Se evidencia claramente lo antes expuesto, al observar las pinturas rupestres que hoy vemos en cavernas donde habitaron nuestros antepasados. (fig. 1.1).



fig.1.1 Figuras hechas por el hombre de Cromagnon

Fueron los griegos y los romanos los primeros en organizar los conocimientos biológicos, al descubrir numerosas variedades de plantas y animales. Podemos destacar entre otros, el filósofo griego **Aristóteles (384 - 322 a.c)** considerado el primer naturalista y **Galeno (131 - 200 a.c)** primer fisiólogo experimental del cual se tenga referencia. (fig. 1.2).

Durante la edad media, el hombre se limitó a coleccionar especies en “herbarios” y “bestiarios”, pasando la biología por un período de profundo letargo dadas las contradicciones entre los hombres de ciencia y las autoridades religiosas de la época. El renacimiento marcó una etapa de franco desarrollo de las ciencias biológicas, iniciándose el estudio de la estructura - función de los seres vivos y sus primeras clasificaciones.



fig.1.2 Aristóteles considerado el primer naturalista de la historia

El descubrimiento del microscopio óptico y su aplicación por el sueco **Antonio Van Leeuwenhoek**, permitió el descubrimiento de organismos unicelulares y el estudio de la célula formadora de los tejidos. (fig. 1.3).

El siglo XIX marcó un hito en el desarrollo del conocimiento biológico, por cuanto en este momento se formula la **Teoría de la evolución** y se establecen las **Leyes de la herencia**. El perfeccionamiento de la microscopía y los aportes de otras ciencias como la física y la química, contribuyeron al avance de la biología. Hoy existen novedosas ramas como la microbiología, la bioquímica, la biología molecular y la biotecnología entre otras, que demuestran el grado de especialización alcanzado en el campo de las ciencias biológicas. Es justo señalar que todos estos avances se lograron gracias al aporte de muchos hombres de ciencia, algunos de los cuales se relacionan en el **cuadro (1.1)**.



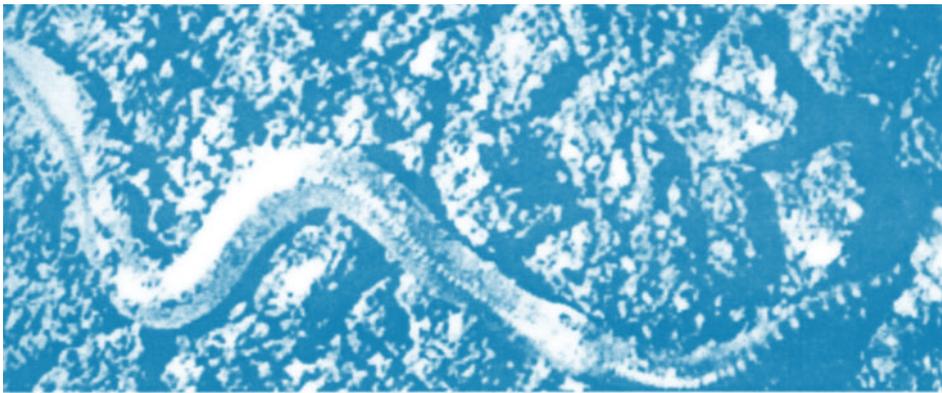
fig.1.3 Antonio Van Leeuwenhoek

## CAMPO DE ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA

El término **biología** proviene de los vocablos griegos: **bios - vida** y **logos - tratado o estudio**, quedando definido como la **ciencia de la vida**. Esta definición sólo tiene sentido, si se conoce el el significado de los vocablos **ciencia** y **vida**.

**Ciencia.** Sistema bien estructurado que permite realizar el estudio riguroso del mundo que nos rodea. Utilizando el método científico, nos apropiamos de un conjunto de conocimientos objetivos, exactos, sistemáticos y verificables.

**Seres vivos.** Se describen como sistemas altamente organizados, capaces de autorregularse, con metabolismo propio y con clara potencialidad de autopetruación. La sustancia viva está compuesta por un conjunto armónicamente estructurado de macromoléculas: **proteínas, lípidos, ácidos nucleicos y polisacáridos**; así como por otras moléculas orgánicas e inorgánicas. Los atributos que nos permiten identificar a los seres vivos son: **movimiento, irritabilidad, crecimiento, adaptación y reproducción**. La biología estudia por tanto las múltiples formas de los seres vivos, su estructura, funcionamiento, evolución y relaciones con el medio.



**fig.1.4 La biología estudia los seres vivos  
y sus relaciones con el medio**

Dada la gran complejidad del mundo biológico, a los biólogos les resulta difícil abarcar todos sus campos; por lo tanto la biología se ha subdividido en ramas especializadas para lo cual se han tomado los siguientes criterios:

- a. Diversidad, unidad y continuidad observada en los seres vivos.
- b. Interdisciplinariedad existente con otras ramas de las ciencias.

A partir de los criterios anteriormente expuestos, presentamos a continuación algunas de estas subdivisiones, que tratan de abarcar con una visión especializada el complejo panorama de los seres vivos.

- **Ramas especializadas.** Se encargan de organizar el gran número de organismos tan diversos unos de otros; entre ellas tenemos: La **Botánica** (estudia las plantas), la **Zoología** (estudia al reino animal) y la **Microbiología** (estudia los microorganismos).
- **Ramas generales.** Estudian aspectos estructurales, funcionales, genéticos y evolutivos entre otros. Debemos citar en este caso la **Anatomía**, la **Fisiología**, la **Genética**, la **Embriología**, la **Taxonomía** y la **Ecología**.
- **Ramas interdisciplinarias.** Marcan la estrecha relación existente entre la biología y otras ciencias, tal es el caso de la **Bioquímica**, la **Biofísica**, la **Biogeología** y la **Biosociología** entre otras.

### Cuadro 1.1

#### Aportes de algunos hombres de Ciencia a la Biología

Nombre	Fechas	Aportes
Aristóteles	384 - 322 a.c	Clasificación de plantas y animales.
Charles Darwin	1805 - 1882	Estableció la teoría de la evolución de las especies.
Gregorio Mendel	1822 - 1884	Estableció las leyes de la genética.
Maurice Wilkins	1916	Lograron desarrollar un modelo para representar la estructura del ADN.
Francis A. Crick	1917	
James Watson	1928	

## EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

### CONOCIMIENTO EMPÍRICO Y CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Nuestro **conocimiento empírico o común** se alimenta en primera instancia de la experiencia acumulada por el hombre en su quehacer diario y se transmite de generación en generación siendo de fácil aplicación a la vida práctica.

El **conocimiento científico** es el resultado de una investigación metódica que permite describir causas y relaciones de hechos y fenómenos reales.

## MÉTODO CIENTÍFICO

El **método científico** supone un proceso sistemático, controlado, empírico y crítico que propone soluciones hipotéticas para explicar fenómenos de la realidad.

La investigación científica puede aportar nuevos conocimientos (investigación básica) o resolver problemas prácticos (investigación aplicada).

Este método experimental es muy utilizado por los biólogos, por cuanto permite controlar las condiciones naturales durante el estudio en el terreno o reproducirlas en condiciones de laboratorio. Aunque existan diferentes criterios, es frecuente establecer las siguientes etapas para el desarrollo del método experimental:

**Observación:** Etapa de familiarización con la situación problemática que se plantea. Es importante recopilar, analizar y cuantificar los datos que en este momento se obtienen.

**Planteamiento del problema:** Surge a partir de la observación de los fenómenos, se describe el problema y se adoptan objetivos de trabajo. Este paso induce a recopilar los conocimientos ya existentes sobre el tema.

**Formulación de hipótesis:** Se proponen posibles soluciones al problema, las cuales han de ser comprobadas.

**Experimentación:** Se efectúa con el propósito de comprobar en la realidad, la veracidad del planteamiento hipotético.

**Evaluación de los resultados:** Determina el nivel de certeza de la hipótesis, evaluando además la calidad del diseño experimental utilizado; de manera que se puede aprobar o no la hipótesis y si fuera necesario proponer cambios en la dinámica del experimento.

Siempre que la hipótesis sea comprobada con un alto nivel de confiabilidad, se puede enunciar como principio o teoría y llegar a establecerse como ley.

## EL MICROSCOPIO Y OTROS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

En los procesos de observación y experimentación biológica, se utilizan importantes instrumentos tales como el microscopio (**fig.1.5**).

El microscopio fué descubierto por **Zaccharias Jansen** a finales del siglo XVI. Años más tarde, en 1665 **Robert Hooke** observó por primera vez la célula en tejidos de corcho.

El posterior perfeccionamiento de dicho instrumento, ha permitido a varias generaciones de investigadores escudriñar y descubrir muchos secretos como la ultraestructura de las células.

El microscopio óptico consta de tres sistemas fundamentales:

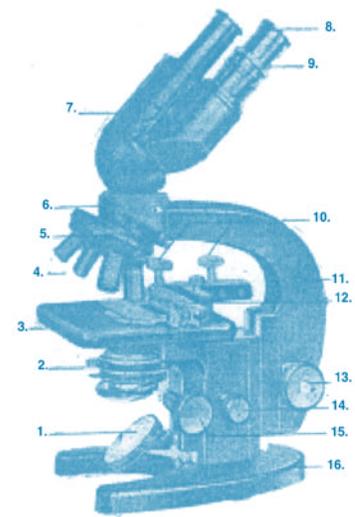
**Sistema Óptico:** Formado por lentes colocados en diferentes posiciones, cuya finalidad es aumentar el diámetro del objeto de estudio.

**Sistema Mecánico:** Elemento de soporte y tornillos de regulación que condicionan los movimientos de graduación.

**Sistema de Iluminación:** Permite la entrada y regulación de la luz. La fuente de iluminación puede ser natural o artificial.

En la **fig.1.5** se observan las diferentes partes del microscopio óptico que se mencionan a continuación.

1. **Espejo:** Fuente de iluminación.
2. **Condensador:** Sistema formado por lentes que permiten concentrar los rayos luminosos.
3. **Platina:** Placa que sostiene las preparaciones por cuyo orificio central pasa la luz.
4. **Objetivos:** Sistema de lentes de diferentes aumentos que enfocan directamente al objeto.
5. **Revólver:** Estructura en forma de disco, que gira permitiendo cambiar de posición a los objetivos que sostiene.
6. **Cabezal portatubos:** Situado en la base de los tubos oculares, los sostiene y permite sus movimientos giratorios.
7. **Tubo binocular:** Sostiene a los oculares.
8. **Ocular:** Lente por donde se observa el objeto de estudio.
9. **Anillos de graduación:** Permiten compensar defectos visuales.
10. **Tornillo del carro:** Controlan los movimientos del carro en la platina para ubicar la muestra.
11. **Brazo:** Une el tubo con la platina.
12. **Platina mecánica:** A diferencia de la platina normal, ésta posee movimientos.



**fig.1.5 El microscopio óptico**

13. **Tornillo macrométrico:** Permite el enfoque rápido del objeto.

14. **Tornillo micrométrico:** Regula el enfoque de precisión.

15. **Tornillo del condensador:** Facilita la regulación del condensador.

16. **Base:** Soporte del microscopio.

En materia de microscopía es importante destacar que existen tres propiedades básicas, que determinan la calidad del microscopio; ellas son:

**Poder de resolución:** Capacidad de revelar detalles estructurales muy finos de un objeto.

**Poder de penetración:** Posibilidad de observar diversos planos del objeto.

**Poder de definición:** Muestra los límites de los objetos de forma precisa.

Existen diferentes tipos de microscopios (**fig.1.6**), podemos mencionar entre otros:

1. El microscopio óptico.
2. El microscopio de contraste de fases.
3. El microscopio de disección.
4. El microscopio electrónico.

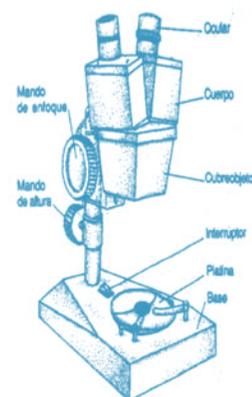
Dada su incidencia en el desarrollo de la biología moderna, abordaremos a continuación las principales características del **microscopio electrónico**.

La potencia amplificadora del microscopio óptico está limitada por la longitud de onda de la luz visible, que utiliza ya sea natural o artificial. **El microscopio electrónico** utiliza electrones para iluminar el objeto, los electrones tienen una onda mucho menor que la luz, por lo tanto permite mostrar estructuras más pequeñas.

Longitud de onda de la luz visible = 4,000 angstroms.

Longitud de onda de los electrones = 0,5 angstroms.

Entre los elementos básicos de un microscopio electrónico tenemos:



a)

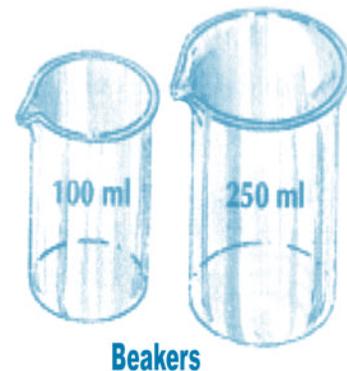


b)

**fig.1.6** Diferentes tipos de microscopio:

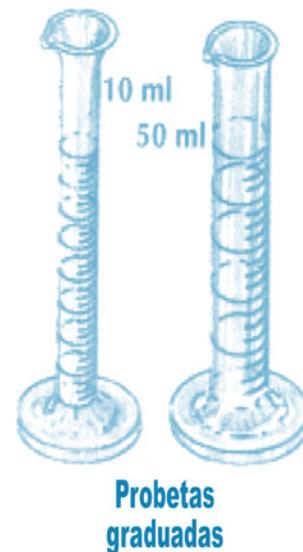
- a) Disección  
b) Electrónico.

- a) Un “cañon” que emite los electrones que chocan contra el espécimen y crea una imagen aumentada.
- b) Sistema de lentes magnéticos encargados de crear campos que dirigen y enfocan el haz de electrones.
- c) Un sistema de vacío en el interior del microscopio para garantizar que las moléculas de aire no desvíen a los electrones.
- d) Sistema que registra o muestra las imágenes que producen los electrones.



Existen dos tipos básicos de microscopios electrónicos: el microscopio electrónico de transmisión (**Transmission Electron Microscope, TEM**) y el microscopio electrónico de barrido (**Scanning Electron Microscope, SEM**).

- El **microscopio electrónico de transmisión**, dirige el haz de electrones hacia el objeto que se está observando y que se desea aumentar; una parte de los electrones rebotan o son absorbidos por el objeto y otros lo atraviesan, formando una imagen aumentada. Esto permite examinar gran parte de la muestra cada vez.
- El **microscopio electrónico de barrido**, crea una imagen ampliada de la superficie del objeto y explora la superficie de la imagen punto por punto. Este tipo de microscopio, amplía los objetos 100,000 veces más; puede producir imágenes tridimensionales realistas de la superficie del objeto.



Con la combinación de ambas tecnologías, se ha logrado mostrar los átomos individuales de un objeto.

El desarrollo de la tecnología ha permitido un rápido perfeccionamiento del instrumental de investigación en la biología. Hoy se cuenta con “herramientas” altamente especializadas para ello, tal es el caso de los **micrótomos** que permiten cortes extremadamente finos en los tejidos, las **ultracentrífugas** y los  **cromatógrafos**, que permiten separar componentes de las sustancias en estudio; así como los computadores que permiten ordenar y simplificar procesos investigativos. En el trabajo de laboratorio clínico o científico, también se utilizan muchos instrumentos de cristalería, algunos de los cuales se pueden observar en la **fig.1.7**.



**fig.1.7** Algunos elementos de cristalería utilizados en el laboratorio.

## APORTES DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS AL DESARROLLO DE LA SOCIEDAD

Los múltiples conocimientos adquiridos por el hombre como consecuencia del desarrollo de la investigación científica, han sido aplicados en la satisfacción de las crecientes necesidades de la humanidad. Dada su importancia, citaremos algunos ejemplos ilustrativos en la agricultura, en la industria y en la sociedad.

La actividad agropecuaria se ha visto favorecida con la posibilidad de aplicar novedosas **tablas de requerimiento nutricionales** en plantas y animales, los aportes de la genética han permitido el **mejoramiento de las especies** más utilizadas por el hombre; así mismo, estos descubrimientos han garantizado el desarrollo de la sanidad vegetal y animal con sus lógicas consecuencias positivas.

No menos importantes ha resultado la aplicación de los **procesos fermentativos en la industria alimenticia** y la **elaboración de colorantes** a partir de algas y de otras especies vegetales, los cuales son muy importantes en la rama textil.

En materia de salud, recordemos que la mayoría de los **medicamentos** se obtienen a partir de sustancias de origen vegetal o animal. Hoy se conoce de la aplicación de novedosos procedimientos terapéuticos como la **utilización de derivados placentarios** en el tratamiento del vitiligo, **los trasplantes de órganos** en seres compatibles y **la utilización de interferones** entre otros.

Los conocimientos en la rama ecológica, han permitido al hombre tomar conciencia de los peligros que corre el planeta como resultado de sus actuaciones irresponsables y por ende establecer estrategias claras y precisas en aras de propiciar un desarrollo verdaderamente sostenible.

## EN RESUMEN

- La biología es la ciencia que estudia a los seres vivos; su desarrollo ha estado estrechamente relacionado con el desarrollo de la humanidad.
- El descubrimiento del microscopio óptico permitió el descubrimiento del mundo de los microorganismos y el estudio detallado de las células en los seres pluricelulares.
- La biología se divide en ramas generales, especializadas e interdisciplinarias.
- Muchos han sido los científicos destacados en el estudio de la naturaleza viva, podemos citar entre otros: Aristóteles, Charles Darwin, Gregorio Mendel, etc.,.
- El método científico es un proceso sistemático, controlado y empírico que permite proponer y comprobar soluciones hipotéticas a problemas de la realidad, sus etapas son: observación, planteamiento del problema, formulación de hipótesis, experimentación y evaluación de los resultados.
- El desarrollo de las ciencias biológicas han permitido conocer muchos “secretos” de la vida en el planeta. sus aportes científicos son aplicados en actividades humanas tan importantes como la industria, la agricultura y la medicina.

## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

### I. Responde:

- a. ¿Cuál es el objeto de la biología?.
- b. ¿Qué importancia reportan las ramas interdisciplinarias de las ciencias biológicas?.

### II. Analiza y comenta el siguiente planteamiento.

La investigación científica puede aportar nuevos conocimientos o resolver problemas prácticos.

### III. El microscopio óptico es de gran utilidad en el trabajo del biólogo; teniendo en cuenta tus conocimientos al respecto, responde:

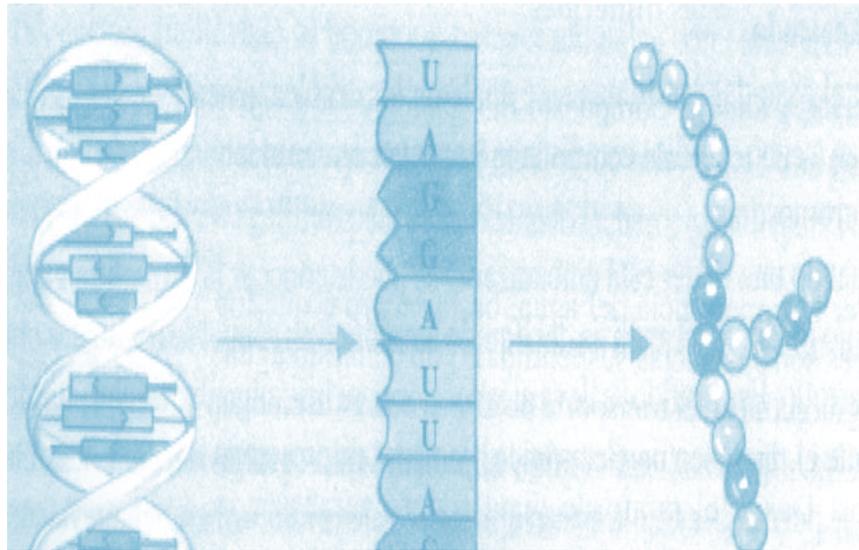
- a. ¿Cuáles son los tres sistemas fundamentales de este instrumento?.

### IV. Demuestra mediante un ejemplo en cada caso, la aplicación de los descubrimientos biológicos en la actividad agrícola y en el campo de la medicina.

## CAPÍTULO II

### BASE MOLECULAR DE LA VIDA

- **Bioelementos.**
- **Carbohidratos, lípidos y proteínas.**
- **Ácidos nucleicos y moléculas energéticas.**



#### ! Al finalizar el capítulo el estudiante

- ◆ Valorará la existencia de moléculas inorgánicas de gran importancia para los seres vivos.
- ◆ Identificará compuestos orgánicos como: carbohidratos, lípidos y proteínas a partir de sus características estructurales y de la función que realizan.
- ◆ Comprenderá la importancia de los ácidos nucleicos en procesos tan importantes como la síntesis de proteínas.
- ◆ Conocerá el papel de las moléculas energéticas como “monedas” que acumulan y transfieren energía biológicamente utilizable.

#### ?

- ◆ ¿Por qué se plantea que el agua ( $H_2O$ ) es de vital importancia para la vida?.
- ◆ ¿Qué papel juegan los carbohidratos en la dinámica de los seres vivos?.
- ◆ Menciona algunas de las fuentes naturales donde el hombre puede obtener lípidos.
- ◆ ¿Cuáles son las unidades estructurales de una proteína?.
- ◆ ¿A qué llaman biomoléculas energéticas?.

## BIOELEMENTOS

El protoplasma está constituido por iones, moléculas y partículas de variedad que al combinarse integran los organelos que definitivamente constituyen a la célula. Estos elementos también se conocen como elementos biogénicos.

Cuando los elementos biogénicos se combinan entre sí, forman compuestos que pueden ser **inorgánicos** u **orgánicos**.

Los **compuestos inorgánicos** se forman por enlace iónico; tenemos tres tipos: **agua**, **gases** y **sales minerales**.

El **agua** ( $H_2O$ ) es el principal compuesto inorgánico de todos los seres vivos, algunos de los cuales como la medusa la contienen en grandes cantidades.

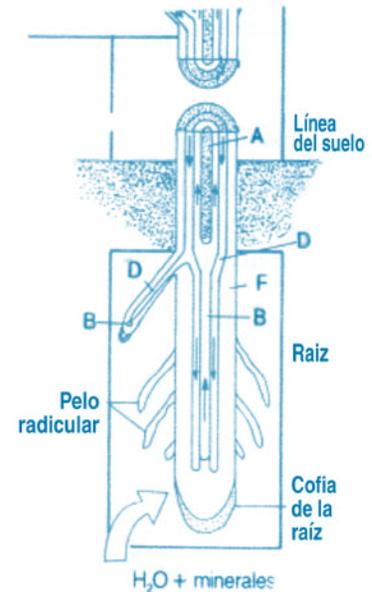
Para comprender la importancia del agua, basta recordar que los líquidos celulares son sustancias suspendidas o disueltas en agua. Asimismo, el agua actúa en el transporte de alimentos y sustancias de desecho, (**fig.2.1**). También participa en la hidrólisis de proteínas y carbohidratos. Desde el punto de vista físico, garantiza la turgencia celular y actúa como termorregulador.

Los **gases** más importantes del protoplasma son el **oxígeno molecular** ( $O_2$ ) y el **dióxido de carbono**, que participan básicamente en los procesos de fotosíntesis y respiración. (**fig.2.2**).

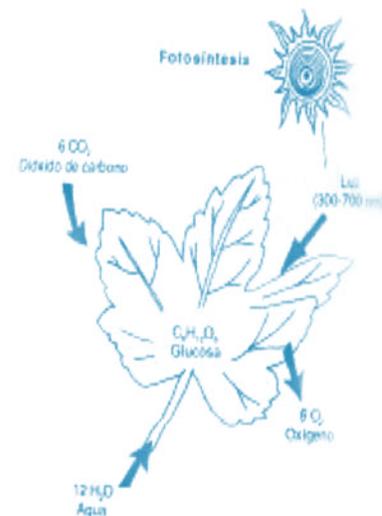
Las **sales minerales** se producen a partir de la reacción de un ácido con una base. Los iones de sales minerales se presentan disueltos en soluciones que los contienen y desempeñan importantes funciones como por ejemplo:

- El sodio (Na). Participa al igual que el potasio en el transporte por las membranas.
- El fósforo (P). Juega importante papel en el metabolismo celular.
- El calcio (Ca). Forma parte del esqueleto y los dientes.
- El nitrógeno (N). Participa en la síntesis de proteínas.

Existen una gran variedad de compuestos orgánicos tales como: carbohidratos, proteínas, lípidos, ácidos nucleicos y las moléculas energéticas. Algunos forman parte estructural de las células, otros son fuentes de energía y otros regulan el metabolismo. La mayoría



**fig.2.1** Transporte de nutrientes disueltos en agua por la raíz del vegetal.



**fig.2.2** El agua, el oxígeno y el dióxido de carbono están presentes en el proceso fotosintético.

de los compuestos orgánicos presentan o están formados por cadenas carbonadas, a las que se les asocian átomos de hidrógeno y nitrógeno.

## CARBOHIDRATOS

Los **carbohidratos**, conocidos también como glúcidos o azúcares se consideran derivados aldehídicos y cetónicos de alcoholes polivalentes; están formados por **carbono, oxígeno e hidrógeno**. Se obtienen a partir de la fotosíntesis y en sus ligaduras (C-H) almacenan energía que se utiliza en la actividad respiratoria intracelular de los seres vivos (**fig.2.3**).



Los azúcares se clasifican en **monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos** y **polisacáridos**.

## MONOSACÁRIDOS

Son los azúcares más simples (**fig.2.4**). Atendiendo al número de carbono en su estructura pueden ser: **triosas, tetrasas, pentosas** o **hexosas** y responden a la fórmula general  $C_n H_{2n} O_n$ , donde (n) es el número de carbonos que tiene la molécula.

**Las hexosas.** Son azúcares sencillos de gran importancia biológica pues son la principal fuente de energía de los seres vivos. Entre ellos tenemos la **glucosa**, la **galactosa** y la **fructosa**.

**Glucosa.** Sustancia soluble en agua, cristalina, de sabor dulce, que se puede encontrar en todos los tejidos animales y vegetales. El déficit de esta hexosa en la sangre produce la **diabetes mellitus**.

**Galactosa.** Es un isómero de la glucosa, sintetizada por las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos para la producción de leche.

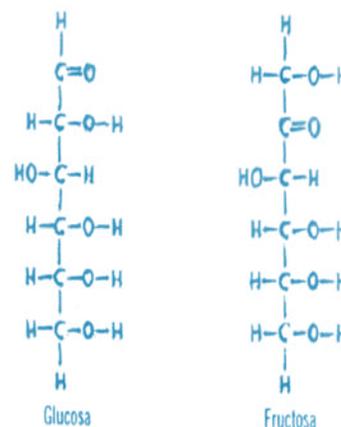
**Fructosa.** Se encuentra en los frutos maduros y en la miel de las abejas. Posee un alto nivel edulcorante.

## DISACÁRIDOS

Son compuestos que se forman por la unión de monosacáridos. Dada su importancia biológica se destacan: la **sacarosa**, la **lactosa** y la **maltosa** (**fig.2.5**).



**fig.2.3** Los carbohidratos están presentes en muchos vegetales.



**fig.2.4** Fórmulas estructurales de dos azúcares simples.

**Sacarosa.** Son cristales dulces que se pueden disolver fácilmente en el agua; están presentes en vegetales como la caña y la remolacha. Al hidrolizarse se descomponen en glucosa y fructosa.

**Lactosa.** Se conoce también como azúcar de leche, es el principal constituyente de la leche de los animales.

**Maltosa.** Disacárido menos abundante y se puede obtener al hidrolizar el almidón de la semilla de cebada.

## POLISACÁRIDOS

Son sólidos insolubles en agua, se forman a partir de la unión de numerosos monosacáridos. Podemos citar entre ellos el **almidón**, el **glucógeno** y la **celulosa**.

**Almidón.** Polisacárido abundante en la papa, el trigo, el arroz, la cebada, etc,. Constituye la mayor reserva energética de los organismos.

**Glucógeno.** Almidón animal que se localiza en el corazón, el hígado y en los tejidos musculares. (fig.2.6).

**Celulosa.** Abundante en las fibras de algodón, cáñamo y madera. Es de color blanco y poco soluble en agua. Forma parte estructural de las plantas, siendo el componente principal de la pared celular de las células vegetales.

Al llegar al organismo los **polisacáridos** son hidrolizados hasta transformarse en **monosacáridos** y de esta manera poder ser utilizados en las diferentes funciones **estructurales** y **metabólicas**.

Al combinarse con **proteínas** (glucoproteínas) o con **lípidos** (glucolípidos), muchos carbohidratos sirven como componentes estructurales de las células; otros forman el tejido conectivo, y los cartílagos. No menos importantes son las **ribosas** y **desoxirribosas** que forman parte de los **ácidos nucleicos**.

## LÍPIDOS

Son compuestos orgánicos insolubles en agua, se encuentran ampliamente difundidos formando parte de organismos vegetales y animales (sebo de res, tocino, aceite de oliva e hígado de

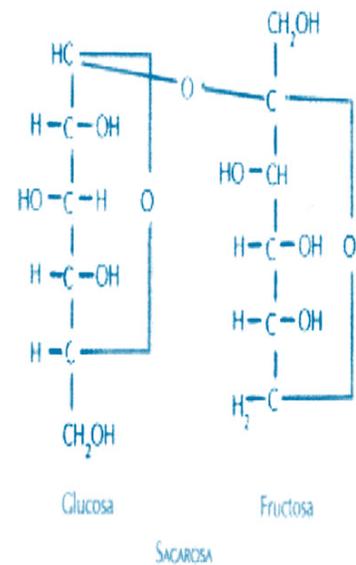


fig.2.5 La sacarosa es un disacárido que se forma por la unión de dos monosacáridos.

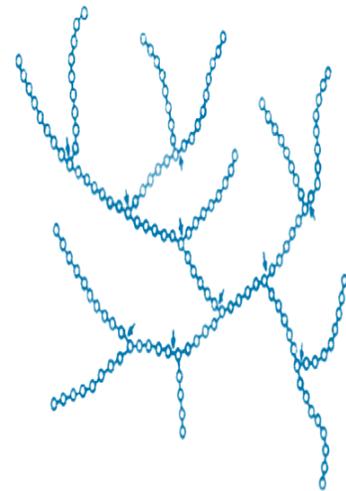


fig.2.6 Esquema de una parte de la molécula de glucógeno.

bacalao). Están formados por **carbono**, **hidrógeno** y **oxígeno**. Se disuelven en benceno, cloroformo y acetona entre otros.

Como lípidos más frecuentes en los organismos tenemos las grasas neutras (triglicéridos), los fosfolípidos, los esteroides y las ceras.

**Triglicéridos.** Son compuestos simples, formados por una molécula de glicerol y tres moléculas de ácidos grasos (**fig.2.7**).

Los triglicéridos son importantes en nuestra dieta alimentaria por la presencia en su composición de ácidos grasos, cuya deficiencia en el organismo puede provocar **dermatitis** y **defectos en la reproducción**.

**Fosfolípidos.** Son ésteres derivados del glicerol. Estructuralmente están constituidos por dos grupos acilo (ácido grasos) y un grupo fosfato. Están formando parte de las membranas de las células y son componentes estructurales de los seres vivos.

**Esfingolípidos.** Son considerados ésteres de ácidos grasos; contienen ácido fosfórico y en algunos casos carbohidratos.

**Esteroides.** Son moléculas complejas, se destacan como moléculas biológicas la vitamina D, las hormonas sexuales, las sales biliares y el colesterol.

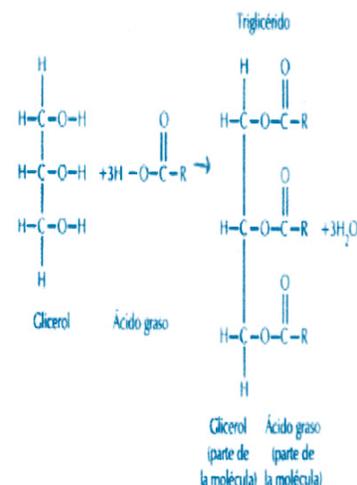
**Ceras.** Son ésteres propios de ácidos grasos con alcoholes de cadena larga. Son utilizados para confeccionar betunes y cosméticos entre otros.

Los **lípidos** constituyen la **principal fuente energética** de los seres vivos. Son importantes como **aislante térmico** y como **soporte protector** de órganos vitales. Por otra parte, son componentes fundamentales de la membrana celular y participan en la **actividad reguladora como hormonas**.

## PROTEÍNAS

Son macromoléculas presentes en la célula. Se componen de **carbono**, **hidrógeno**, **oxígeno**, **nitrógeno**, **azufre** y **fósforo**. Las **enzimas**, algunas **hormonas** y la mayoría de los componentes estructurales de la célula son proteínas.

Las proteínas están constituidas por numerosos compuestos más



**fig.2.7 Formación de un Lípido simple (triglicérido).**



## CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS A PARTIR DE SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

**Proteínas Simples.** Al hidrolizarse sólo producen aminoácidos, pues están constituidas por C, H, O y N; tal es el caso de las albúminas, globulinas, glutaminas y protaminas.

**Proteínas Complejas.** Son las que por hidrólisis liberan otros componentes orgánicos o inorgánicos además de aminoácidos; en este grupo encontramos las **nucleoproteínas**, las **lipoproteínas** y las **glucoproteínas** entre otras.

## DESNATURALIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

La desnaturalización es un proceso que sufren las proteínas, donde se desintegran poco a poco en aminoácidos bajo la acción del calor o determinadas sustancias químicas. De esta manera pierde sus propiedades y queda fisiológicamente inactiva.

## FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS

Las proteínas son de gran importancia como componentes estructurales de la célula, al descomponerse en aminoácidos, estos últimos son utilizados por las células para formar nueva “materia viva”. Asimismo son constituyentes funcionales de las enzimas y de algunas hormonas. También pueden servir de combustible al transformarse en glucosa por el proceso de desaminación. Es importante destacar que la mayoría de los anticuerpos del organismo son proteínas.

## ÁCIDOS NUCLEICOS

Los **ácidos nucleicos** son biomoléculas de gran tamaño. Están presentes en todas las células de los organismos vivos donde desarrollan funciones importantes; son los encargados de guardar toda la información, por lo cual son capaces de dirigir las actividades de las células. Desde el punto de vista químico, los ácidos nucleicos están conformados por unidades llamadas nucleótidos que presentan cada uno tres tipos de componentes: azúcar, un grupo fosfato y una base nitrogenada. Las bases nitrogenadas son: **adenina**, **timina**, **citocina**, **guanina** y **uracilo**.

La unión de una molécula de azúcar con una que contiene fósforo y con una de las bases nitrogenadas, forma un nucleótido. (fig.2.10)



fig. 2.10 Formación de un nucleótido.

## CLASIFICACIÓN DE LOS ÁCIDOS NUCLEICOS

Los **ácidos nucleicos** se clasifican de acuerdo al tipo de azúcar que los constituye. El **ácido ribonucleico (ARN)** contiene el azúcar **ribosa** y el ácido **desoxirribonucleico (ADN)**, tiene el azúcar llamado **desoxirribosa**.

Los dos tipos de ácidos nucleicos también difieren en que las moléculas en el ARN consisten en líneas sencillas de nucleótidos, conteniendo las bases nitrogenadas, **citocina**, **guanina**, **adenina** y **uracilo**; mientras que las moléculas en el ADN están formadas por líneas dobles de nucleótidos y contienen las bases **citocina**, **guanina**, **adenina** y **timina** (fig.2.11)

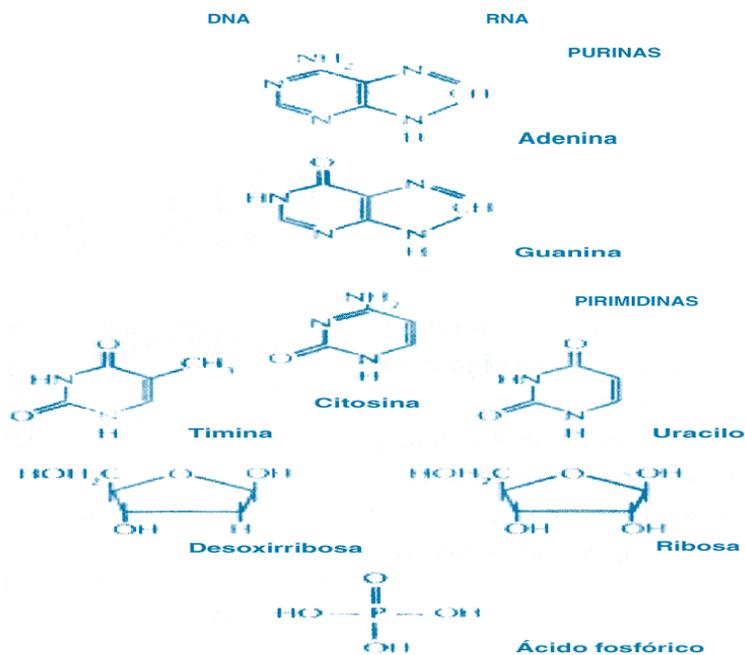


fig.2.11 Elementos exclusivos y compartidos del ADN y el ARN.

**Ácido desoxirribonucleico.** Según James Watson y Francis Crick, la molécula de ADN está formada por dos cadenas antiparalelas de nucleótidos. Estas cadenas se unen por puentes de hidrógeno que se establecen entre las bases; así la **timina** se une con la **adenina** por dos enlaces y la **citocina** se une a la **guanina** por tres enlaces.

Al sufrir estas cadenas de **ADN** una tensión, forman una doble hélice. Cada vuelta de la hélice tiene diez pares de base (fig.2.12).

La secuencia de ordenamiento de las bases en la molécula de ADN, le da la especificidad biológica.

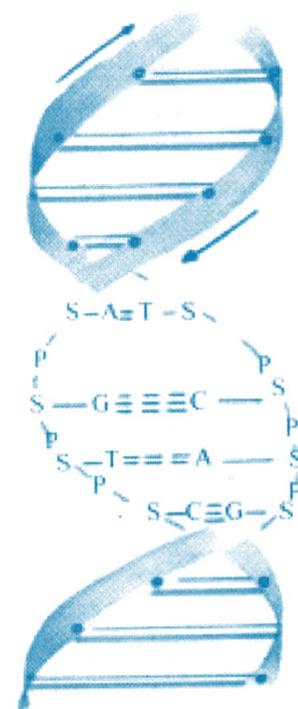


fig. 2.12 La molécula de ADN adopta la forma de una larga cadena helicoidal doble.

Este ordenamiento significa un código de la información que posee determinada célula. Hoy se conoce de la existencia del **código genético**.

**Ácido ribonucleico.** Están constituidos por una ribosa, y las bases nitrogenadas **adenina, guanina, citosina y uracilo**. Existen tres tipos: los ARN mensajeros (**ARNm**), los ARN de transferencia (**ARNt**) y los ARN ribosomal (**ARNr**).

- **El ARNm (mensajero):** Es el encargado de llevar el mensaje genético al citoplasma.
  - **El ARNt (transporte):** Transporta los aminoácidos en el orden que se necesitan hacia los ribosomas, donde se realiza la síntesis.
- El ARNr (ribosomal):** Unido a otras proteínas forma el organelo encargado de la síntesis de proteínas.

## LA REPLICACIÓN DEL ADN

En el proceso de reproducción, cada una de las células hijas recibe copias exactas de las moléculas de ADN de la célula original. A este proceso se le llama **replicación del ADN**.

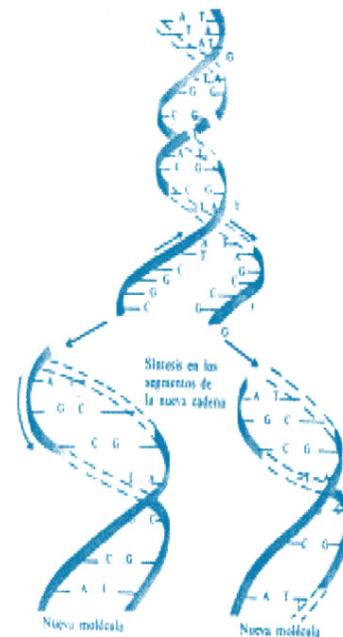
Durante la replicación, parte de la molécula se “destuerce” y los puentes de hidrógenos se rompen, quedando las dos líneas complementarias separadas, por lo cual las dos filas de bases nitrogenadas quedan expuestas. Los nucleótidos libres se acoplan a la cadena de bases expuestas y se unen formando dos nuevas cadenas complementarias, que dan lugar a dos nuevas moléculas de ADN exactamente iguales a la molécula original. (**fig.2.13**).

El **ADN** tiene la propiedad de duplicarse y formar copias exactas; al mismo tiempo puede transcribir su información genética al ARN cuyo mensaje, propicia la formación de nuevas moléculas de proteínas.

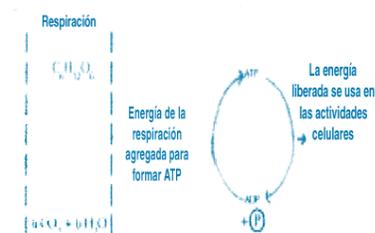
## MOLÉCULAS ENERGÉTICAS

A nivel intracelular, las biomoléculas de trifosfato de adenosina (ATP) y las de difosfato de adenosina (ADP) son transportadores energéticos en la célula.

La energía que se libera durante el proceso respiratorio, es captada por el ADP y el ión fosfato (Pi) y forman ATP; cuando la célula necesita energía para sus funciones, la molécula de ATP libera su energía. Este ciclo ocurre de forma continua durante toda la vida de la célula. (**fig.2.14**).



**fig. 2.13** Replicación del ácido desoxirribonucleico.



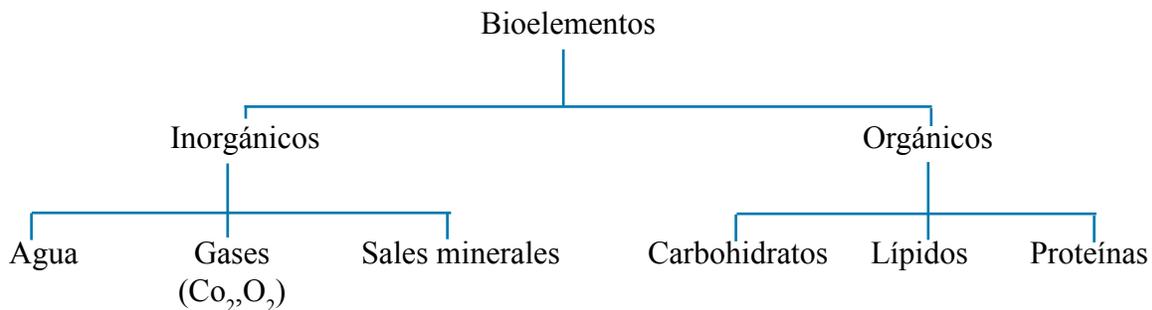
**fig. 2.14** Ciclo energético de la reproducción celular.

## EN RESUMEN

- El agua, los gases como el  $\text{CO}_2$  el  $\text{O}_2$  y las sales minerales son compuestos inorgánicos muy importantes para los seres vivos.
- Los compuestos orgánicos están formados por cadenas carbonadas a las cuales se les asocian el hidrógeno y el nitrógeno; tal es el caso de los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. Estas importantes biomoléculas son fuente de energía para los procesos vitales o como en el caso de las proteínas son el principal “material de construcción de las estructuras de los organismos vivientes.
- Los ácidos nucleicos (ADN y ARN) juegan un importante papel en la codificación y transmisión de la información genética. Estan formados por unidades llamadas nucleótidos.
- Las moléculas energéticas: Trifosfato de Adenosina (ATP) y Difosfato de Adenosina (ADP) son las encargadas de almacenar la energía biológicamente utilizable.

## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

- I. Luego de analizar detenidamente la información que aparece en el siguiente cuadro, elabora un resumen al respecto.



- II. A continuación te presentamos una relación de algunos de los carbohidratos más comunes en la naturaleza.

- Celulosa
- Fructosa
- Almidón

- Clasificalos en monosacárido, disacárido o polisacárido.
- Explica brevemente la importancia de cada uno.

- III. Escribe las principales características de los siguientes lípidos:

- Triglicéridos
- Fosfolípidos

- c) Esteroides
- d) Ceras

IV. Argumenta con tus palabras el siguiente planteamiento:

“Las proteínas son biomoléculas de gran importancia en la construcción de la nueva materia viva”.

V. Completa los espacios en blanco que aparecen en el siguiente párrafo utilizando para ello los términos de la columna que aparece a la derecha.

Los ácidos nucleicos están constituidos por unidades llamadas \_\_\_\_\_, las cuales contienen a su vez un \_\_\_\_\_, un grupo \_\_\_\_\_, y una \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ que puede ser: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ ó \_\_\_\_\_.

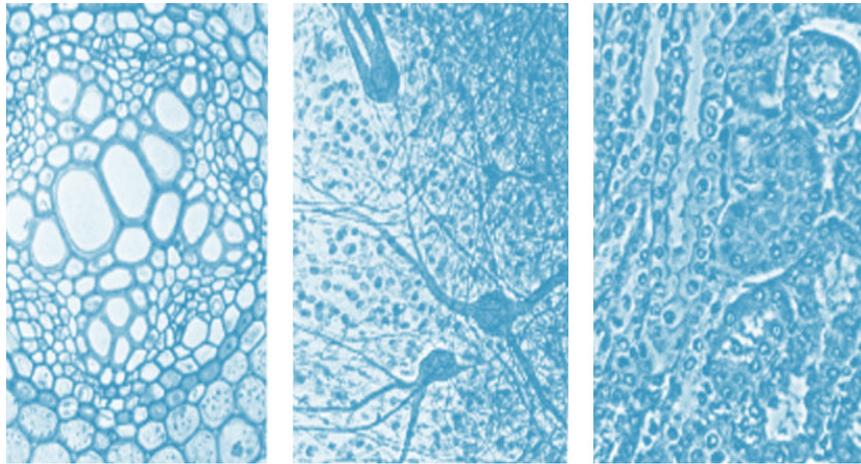
Guanina  
Adenina  
Azúcar  
Nucleótidos  
Fosfato  
Timina  
Base nitrogenada  
Citosina  
Uracilo



## CAPÍTULO III

# ORGANIZACIÓN Y DINÁMICA CELULAR

- Teoría celular.
- Clasificación de las células.
- Estructura de la célula eucariótica.
- Fisiología celular.
- Organismos procariontes.



### ! Al finalizar el capítulo el estudiante

- ◆ Comprenderá el concepto de célula.
- ◆ Diferenciará los distintos tipos de células a partir de sus características.
- ◆ Identificará las diferentes estructuras celulares.
- ◆ Comprenderá la importancia de los procesos energéticos que operan en la célula.
- ◆ Conocerá determinados grupos de organismos celulares.

### ?

- ◆ ¿Por qué se plantea que la célula es la unidad estructural y funcional de la vida?.
- ◆ ¿Cuál es la diferencia fundamental entre las células procarióticas y las eucarióticas?.
- ◆ ¿Cuáles son las principales funciones de la membrana plasmática?.
- ◆ ¿En qué organelos citoplasmáticos se efectúa la fotosíntesis y la respiración celular?.
- ◆ ¿Por qué son tan importantes los organismos con nutrición autótrofa?.
- ◆ ¿Qué tipo de relación se establece entre el hombre, los virus y las bacterias?.

## TEORÍA CELULAR

Con la invención del microscopio, se pudo estudiar detalladamente la fina estructura de los organismos. Las primeras observaciones hechas por **Robert Hooke** con ayuda del microscopio, demostraron que las plantas están compuestas por **celdillas** separadas (de ahí la denominación de “**celulas**”).

La teoría celular fue formulada en 1835 por los científicos alemanes **Mathías Schleiden** y **Theodor Schwann**; siendo completada en 1880 por **Agust Weismann**. Esta teoría presenta las siguientes ideas:

- La célula es la unidad estructural y funcional de los seres vivos.
- Todos los seres vivos están formados por una o más células.
- Todas las células provienen de la división de células preexistentes.

La teoría celular fue la piedra angular para justificar los principios científicos de la **Teoría de la evolución**. Hoy existen nuevos instrumentos como el **microscopio electrónico** y las **ultracentrífugas**, así como numerosas técnicas tales como la **cromatografía**, la **electroforesis** y el **marcaje por isótopos** que permiten el estudio de la infraestructura de la célula. (fig.3.1).

## CLASIFICACIÓN DE LAS CÉLULAS

A partir de su organización y complejidad, las células se clasifican en dos grandes grupos: procarióticas y eucarióticas. (fig.3.2).

**Células procarióticas.** Son pequeñas (miden entre 1 y 10 u.m), exhiben una organización estructural sencilla. El término procarionte significa antes del núcleo. El citoplasma presenta pocos organelos, está delimitado por una membrana celular flexible y una rígida pared celular.

Estas células **no presentan núcleo** definido, el material genético flota libremente de manera que todas las funciones se realizan en el citoplasma.

Las **cianobacterias** y las **bacterias** son microorganismos formados por una célula procariótica.

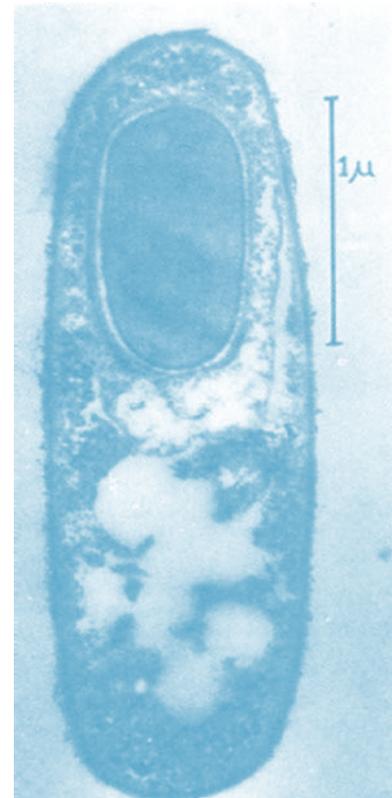


fig.3.1 Célula bacterianas teñidas. (Tomado de Claude A. Villee: Biología. pág.153).

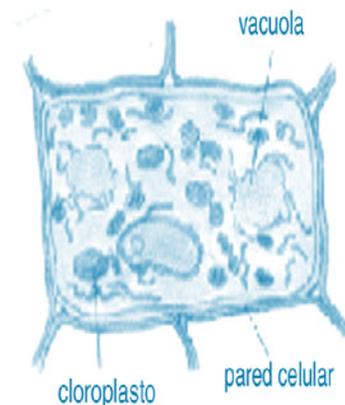


fig.3.2 (a) Célula procariótica.

**Células eucarióticas.** Son células con membranas y pared celular. Están provistas de muchos organelos especializados en realizar determinadas funciones. **El núcleo está bien definido y delimitado por una envoltura nuclear.**

Presentan organización eucariótica; los protozoos, las células de la mayoría de las algas y las células de los organismos pluricelulares.

## ESTRUCTURA DE LA CÉLULA EUCARIÓTICA

Las células eucarióticas, presentan una organización superior a partir de la delimitación del núcleo y de la existencia de muchos organelos con funciones muy específicas (**fig.3.3**). A continuación estudiaremos sus principales características.

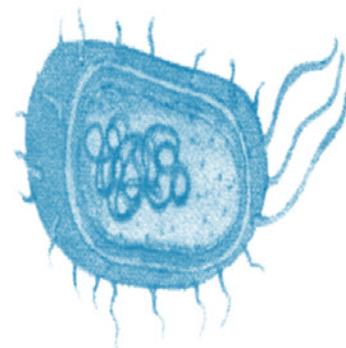


fig.3.2 (b) Célula eucariótica.

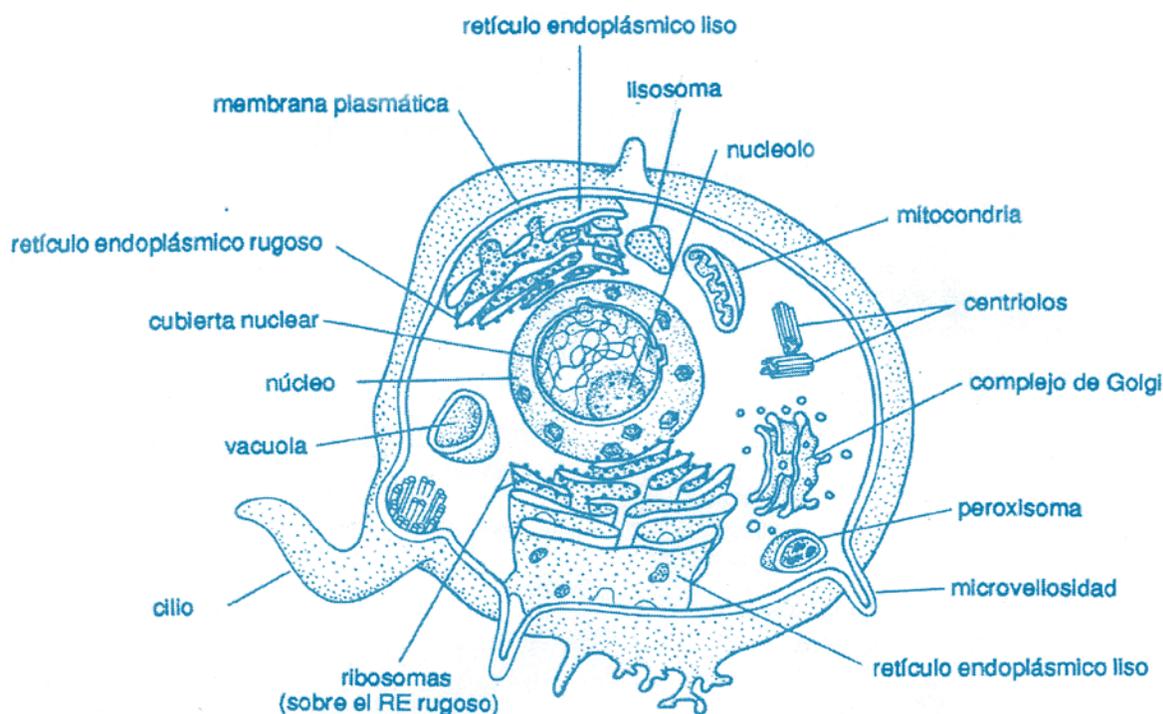


fig.3.3 Estructura celular  
(Tomado de George H. Fried: Biología pág.38)

## MEMBRANA PLASMÁTICA O CELULAR

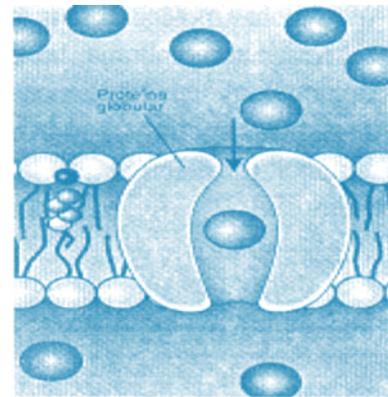
Estas células están rodeadas por una capa delgada que controla el paso de materiales hacia el interior o el exterior de la célula.

El **modelo de mosaico fluido** propuesto por **S.J. Singer** y **G.L. Nicholson** (**fig.3.4**), plantea la existencia de una doble capa de **fosfolípidos**, con sus extremos apolares (hidrofóbicos) organizados en yuxtaposición hacia la zona central de la bicapa. Tanto en la superficie exterior como en la interior, se pueden localizar proteínas que se clasifican en **extrínsecas** ó **intrínsecas**.

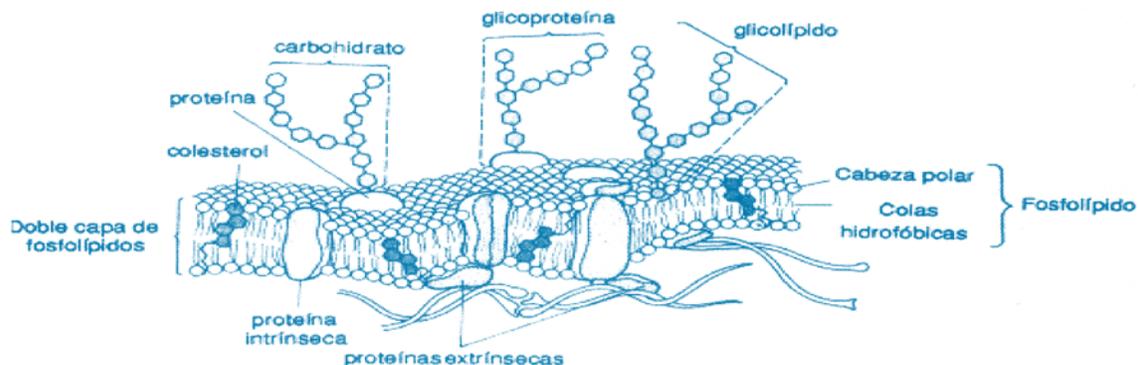
El movimiento de las colas de las moléculas, producen en la membrana un flujo bidimensional a lo largo de cada monocapa.

Las proteínas de la membrana pueden ser de dos tipos:

- a) Las que adoptan forma **filamentosa** y participan en la comunicación con otras células o en la identificación de partículas externas.
- b) Las **proteínas globulares**, permiten el paso de materiales por la membrana. (**fig.3.5**).



**fig.3.5** Las proteínas globulares facilitan el paso de ciertas moléculas por la membrana. (Tomado de Claude A. Villee: *Biología* pág.42).



**fig.3.4** Modelo laminar de mosaico fluido.

Entre las funciones que realiza la membrana plasmática podemos mencionar las siguientes:

- Recubre y “aisla” a la célula del medio exterior.
- Limita al citoplasma con los organelos internos.
- Regula la entrada y salida de materiales a la célula.

Dada la selectividad de la membrana, se evita la salida de sustancias hidrosolubles necesarias en la célula, pero esto implica

que muchas moléculas tengan que utilizar otros mecanismos para atravesar la membrana; tal es el caso del **transporte pasivo** (a favor del gradiente de concentración y sin gasto de energía). **Las sustancias apolares**, pasan disueltas en el fosfolípido de la bicapa Lipídica (**difusión simple**). El caso especial del agua se llama **Ósmosis**.

**Las moléculas polares**, atraviesan la membrana por **difusión facilitada**, utilizando proteínas transportadoras.

**El transporte activo**. Se efectúa en contra del gradiente electroquímico, participan proteínas transportadoras que toman la energía que se necesita del **ATP** hidrolizado.

Tanto el **transporte pasivo** como el **transporte activo**, permiten el paso de moléculas relativamente pequeñas.

**Las macromoléculas**. Pasan hacia o desde el interior de la célula por medio de deformaciones de la membrana (**endocitosis**); esto puede ocurrir por pinocitosis o por fagocitosis. (**fig.3.6**).

- **Pinocitosis**. Cuando se incorpora líquido y pequeñas partículas sólidas.
- **Fagocitosis**. Se forman grandes vesículas llamadas vacuolas para incorporar grandes partículas.

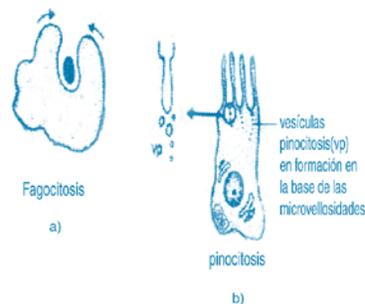
La membrana plasmática, puede presentar algunas modificaciones como microvellosidades, invaginaciones y uniones intercelulares, las cuales permiten aumentar la superficie celular.

## PARED CELULAR

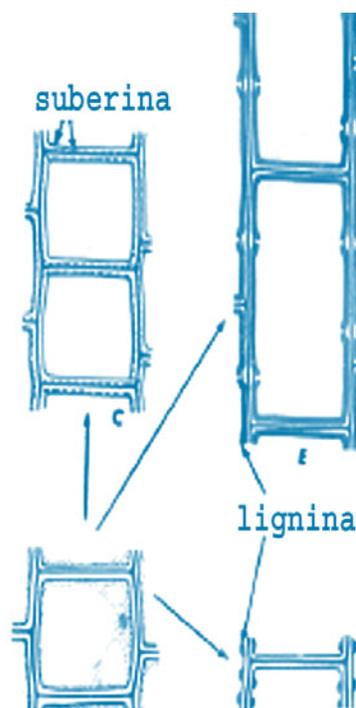
Es una envoltura externa de la célula vegetal que está constituida por **celulosa** y **cemento**. En ciertas células se suele encontrar **pectina**, **lignina** o **suberina**. Otros organismos como las **algas** y los protozoos, también presentan pared celular.

La pared celular constituye el exoesqueleto celular, de manera que le sirve como estructura de sostén y protección permitiendo además el paso de sustancias por sus múltiples poros.

La pared celular adulta, puede modificarse para realizar determinadas funciones, como ocurre con la **lignificación**, la **mineralización** y la **suberificación**. (**fig.3.7**).



**fig.3.6 Transporte de macromoléculas**  
**Fagocitosis**  
**Pinocitosis**



**fig.3.7 Modificaciones de la pared celular.**

## OTRAS ESTRUCTURAS MEMBRANOSAS

En las células encontramos otras estructuras de consistencia membranosa que protegen a determinados elementos subcelulares; tal es el caso de la **membrana nuclear**, las **vacuolas**, los **plastos** y las **mitocondrias**. También podemos referir otros sistemas membranosos internos como el **retículo endoplasmático** y el **Aparato de Golgi**.

## CITOPLASMA Y ORGANELOS CITOPLASMÁTICOS

El **citoplasma** forma parte del protoplasma (cuerpo interno de la célula); está lleno de diminutas y grandes partículas y organelos.

La porción líquida del citoplasma en la que se encuentran dispersas las partículas se denomina **citósol**; éste contiene proteínas disueltas, electrolitos, glucosa y pequeñas cantidades de compuestos lipídicos.

La zona del citoplasma que está próxima a la membrana celular se llama **ectoplasma** y contiene microfilamentos de actina que sirven de sostén. La porción de citoplasma que se localiza entre el ectoplasma y la membrana nuclear es el **endoplasma**.

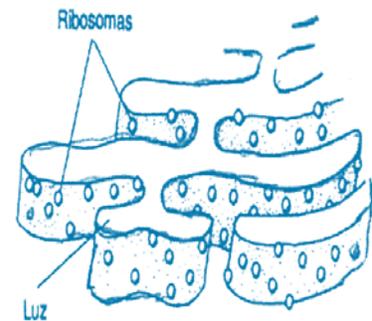
En el citoplasma, se encuentran los diferentes organelos suspendidos en una matriz viscosa que se llama **Hialoplasma**.

Los principales organelos celulares son los siguientes:

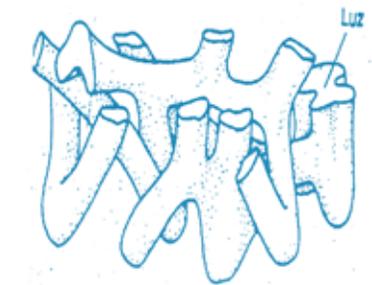
- **Retículo endoplasmático. (fig.3.8).** Es un sistema de canales limitados por membranas dobles. Se denomina **rugoso o granular**, cuando posee diminutos cuerpos adheridos a sus membranas que reciben el nombre de **ribosomas** y son muy importantes en la síntesis de proteínas.

**El retículo liso.** Carece de ribosomas se manifiesta abundantemente en las células que sintetizan lípidos.

El retículo endoplasmático además de participar en la síntesis de lípidos y proteínas, interviene en la síntesis de membranas, transporta materiales por el protoplasma y es centro de importantes reacciones enzimáticas.



a)



b)

**fig.3.8 Retículo endoplasmático**

a) **Rugoso**

b) **Liso**

- **Ribosomas.** Son pequeños corpúsculos que tapizan la membrana externa del **retículo endoplasmático**. También se encuentran difundidos por el **citoplasma**. Los ribosomas contienen **ARNr** (Ácido ribonucleico) y son de gran importancia por cuanto en su superficie se forman las proteínas específicas, a partir de los aminoácidos presentes en el alimento de la célula.
- **Aparato de Golgi. (fig.3.9).** Está presente en casi todas las células. Visto al microscopio, presenta un sistema de **haces paralelos** de membranas sin gránulos, las cuales forman **vesículas** o **vacuolas** llenas de productos celulares. Se cree que este complejo almacena temporalmente proteínas y otros compuestos elaborados en el **retículo**, los cuales son transportados posteriormente al exterior por vesículas formadas en la membrana. En las células vegetales, están relacionados con la secreción de la celulosa en las paredes.
- **Lisosomas.** Pequeñas estructuras con forma de sacos membranosos, visibles al microscopio electrónico. Son producidas por el aparato de golgi, realizan la digestión de las sustancias ingeridas por la célula.

Los lisosomas contienen enzimas catalizadoras que permiten el desdoblamiento de proteínas, determinados carbohidratos, ácidos nucleicos y lípidos.

Estos organelos sirven también como almacén temporal de sustancias de reserva.



fig.3.9 Aparato de Golgi formado por un conjunto de vesículas almacenadoras.

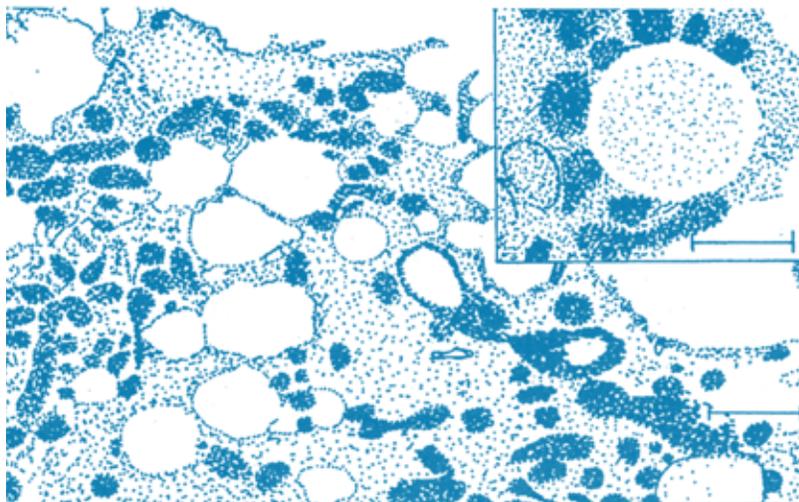


fig.3.10 Lisosomas de los macrófagos alveolares de las ratas. (Tomado de Leslie P. Gartner. James L. Hiatt, pág.32).

- **Peroxisomas.** Aunque se parecen a los lisosomas, entre ellos encontramos dos diferencias fundamentales.

En primer lugar se originan por autorreplicación (o por gemación a partir del retículo endoplasmático) en lugar de provenir del aparato de Golgi. Por otra parte, contienen oxidasas que combinan el oxígeno con hidrogeniones a partir de compuestos celulares para formar peróxido de hidrógeno  $\text{CH}_2\text{O}_2$ . El peróxido de hidrógeno, por sus propiedades oxidantes, se emplea junto a la catalasa para oxidar sustancias que de no ser así, envenenarían a la célula.

Basta citar por ejemplo que gran parte del alcohol ingerido por un individuo, se eliminan mediante los peroxisomas de los hepatocitos.

- **Mitocondrias. (fig.3.11).** Estos importantes organelos se observan con **forma ovoide** o en **forma de bastones**, son pequeños y vistos al microscopio electrónico muestran una doble membrana; la primera es lisa y recubre externamente, la capa más interna forma pliegues hacia el interior de la mitocondrias, las cuales se conocen como **crestas**. Estos pliegues dividen la **matriz mitocondrial**, la cual contiene ADN, ribosomas, gotas de lípidos y pigmentos.

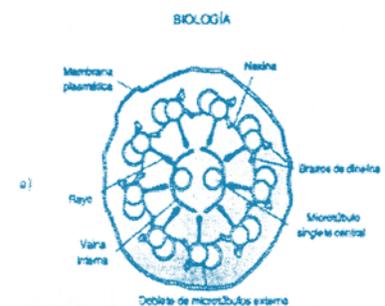
En la **mitocondria** se efectúa el **Ciclo de Krebs**, liberándose la energía necesaria para las funciones celulares.

- **Vacuolas.** Son cavidades semejantes a burbujas, llenas de líquido acuoso y delimitadas por membranas estructuralmente muy parecidas a la **membrana plasmática**. En el interior, existen sustancias alimenticias o de desecho que se almacenan cierto tiempo; las primeras son utilizadas por las células y las segundas expulsadas al exterior (vacuolas alimenticias o contráctiles).
- **Centríolos.** Son dos pequeños cuerpos cilíndricos, localizados cerca del núcleo de las **células animales**. Al ser visto al microscopio electrónico, se observa como un cilindro en cuya pared encontramos nueve grupos de **túbulos paralelos**; cada grupo consta de tres túbulos. (**fig.3.12**). Los centriolos participan en el proceso de división celular; están relacionados con la formación del **huso acromático**.

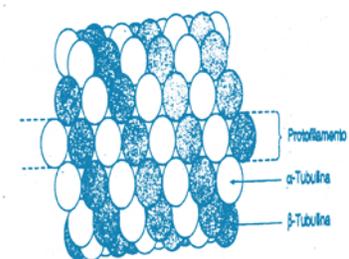
- **Microtúbulos y Microfilamentos.** Son filamentos que forman una red compleja llamada **citoesqueleto**. Presentan constitución



fig.3.11 Estructura de la mitocondria.



a)



b)

fig.3.12 (a y b). Observación lateral y frontal de los microtúbulos de los centriolos.

proteica y están relacionados con la formación del citoesqueleto, con la formación de **corrientes celulares**, y además forman parte de estructuras de locomoción en organismos unicelulares (**cilios y flagelos**).

- **Plastos.** Son organelos característicos de las **células vegetales**, presentan forma de discos; podemos citar entre otros: los **cloroplastos**, los **feoplastos** y los **rodoplastos**. Dada su importancia estudiaremos a los **cloroplastos (fig.3.13)** característicos de las **plantas verdes** y donde los encontramos adoptando la forma de discos de aspecto verde por cuanto en su interior contienen el **pigmento clorofiliano**.



fig.3.13 Estructura de los cloroplastos.

En la ultraestructura de un **cloroplasto** maduro se observa una doble membrana de naturaleza lipo - proteica que envuelve al **estroma granular**, en cuyo interior se encuentran gránulos de almidón y ribosomas. En el interior del estroma se encuentra el **sistema lamelar o tilacoides**, formado por **canales y vesículas** que al ponerse en contacto una sobre otra forman la **grana**.

Entre las membranas que rodean a la grana se localizan la **clorofila** y los **carotenos**, estos últimos considerados pigmentos complementarios que captan la energía y la ceden a la **clorofila**.

Los cloroplastos participan en la elaboración de **sustancias orgánicas** a partir de materia **inorgánica** durante el proceso de **fotosíntesis**.

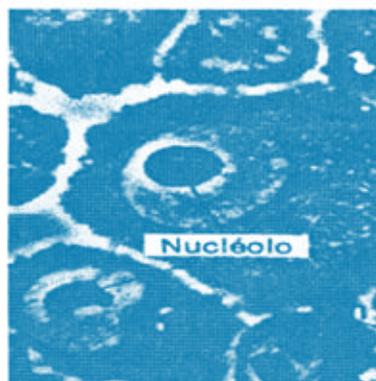
Otros plastos importantes son los **cromoplastos**, que dan color a las **flores** y los **leucoplastos**, encargados de almacenar sustancias de reserva en forma de **almidón**.

## NÚCLEO

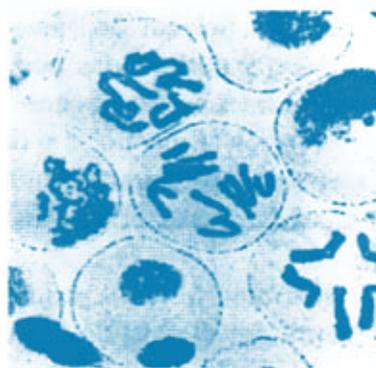
**El núcleo. (fig.3.14).** Es el organelo de mayor tamaño en las células. Su forma esférica se puede observar mediante la aplicación de colorantes en una preparación microscópica. En la célula eucariótica se observa bien delimitado por la **membrana nuclear**.

Si observamos el **núcleo** durante la interfase de la división celular, podemos distinguir las estructuras que lo integran:

- a) **Membrana nuclear.** Formada por una doble capa, las cuales al unirse en puntos específicos originan **poros de intercambio** entre el núcleo y el citoplasma.



a)



b)

fig.3.14 Características del núcleo celular.

a) Células con núcleos visibles.  
b) Aspectos de los cromosomas durante la división celular. (Tomado de Claude A. Villee: *Biología*, pág.53 y 65).

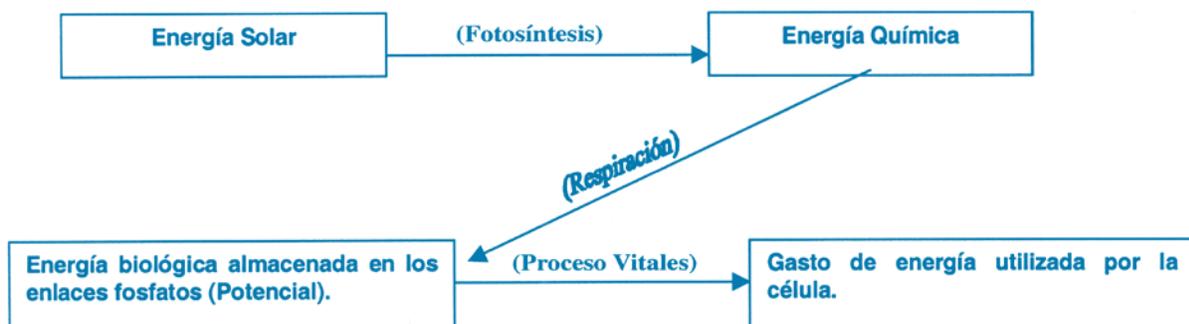
- b) **Jugo nuclear**. Conocido también como **carioplasma** o **nucleoplasma**, con aspecto **coloidal** y rico en proteínas.
- c) **Cromatina**. Formada por una sustancia granular rica en **ADN**.  
Durante la división celular organiza filamentos cortos a partir de los cuales se forman los **cromosomas**.
- d) **Cromosomas**. Son pequeñas estructuras en forma de bastoncillos; se componen de dos **cromátidas** unidas por un punto denominado **centrómero**.

El conjunto de **cromosomas** que posee determinada especie se denomina **cariotipo**. En el interior de los cromosomas se encuentran alojados los **genes** o factores **hereditarios** de la especie.

**Nucleolo**. Se localizan en el interior del **núcleo**, son **corpúsculos** directamente relacionados con la síntesis de moléculas de **ARN ribosomal**.

## FISIOLOGÍA CELULAR

En los seres vivos, existe una constante producción, transferencia y consumo de energía necesaria para los diferentes procesos vitales. Los **cloroplastos** y las **mitocondrias** son los principales transductores energéticos por estar estrechamente relacionados con la **fotosíntesis** y con la **respiración**.



## METABOLISMO CELULAR

El **metabolismo celular** es un conjunto de reacciones químicas que implican importantes transformaciones energéticas en la célula; pueden ser **anabólicas** o **catabólicas**.

**Catabolismo.** Proceso donde se degradan grandes moléculas de **glucosa**, tal como ocurre en la **respiración**.

**Anabolismo.** Consiste en la elaboración o síntesis de **moléculas complejas** utilizando **moléculas simples** como ocurre en la **fotosíntesis**.

La **velocidad** con que ocurren las reacciones bioquímicas, está determinada por la intervención de sustancias llamadas **catalizadores**. (fig.3.15).

Las **enzimas** son ejemplos de catalizadores; se pueden encontrar en el **citoplasma** o en los **organelos** celulares.

La sustancia sobre la cual actúa una enzima se llama sustrato, cada **enzima** es específica para un tipo de **sustrato** y se denomina de acuerdo al nombre del sustrato, adicionándole la terminación **asa**: (**amilasa, lipasa, proteasa**).

## NUTRICIÓN

Las células necesitan reponer las pérdidas de materiales sufridas durante los procesos vitales. La **nutrición** permite esta restitución transformando materia prima alimenticia en estructuras celulares vivas. Existen dos tipos de nutrición:

a) **Nutrición autótrofa.** Ocurre en los **vegetales** y en algunos tipos de **bacterias**, quienes fabrican sus propios alimentos a partir de **luz solar, sales minerales y dióxido de carbono**. Este proceso se presenta en dos modalidades: **Fotosíntesis** y **quimiosíntesis**.

• **Fotosíntesis.** Es un proceso propio de algunos protozoos, algas y células vegetales. La fotosíntesis es una actividad de gran importancia biológica por cuanto permite establecer un enlace directo entre el mundo inerte y el mundo vivo.

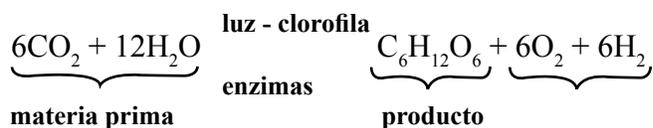


fig.3.15 Enzima biocatalizadora en un proceso de síntesis. (Tomado de

fig.3.15 Enzima biocatalizadora en un proceso de síntesis. (Tomado de Cervantes - Hernández: Biología. pág.395 y adaptado por el autor).

En las **granas** de los **cloroplastos** encontramos moléculas de clorofila; estos pigmentos de color verde son capaces de captar la energía solar y transformarla en energía química.

Durante la **fotosíntesis** ocurren dos tipos de reacciones importantes:

**a) Reacciones luminosas. (fig.3.16 a).** Se realizan en presencia de la luz, las moléculas pigmentarias del **fotosistema I** absorben un fotón cuya energía es transferida a determinada molécula de clorofila a. Un electrón de dicha molécula de clorofila a, luego de excitarse a un estado de mayor energía se combina con una molécula receptora; se desplaza a lo largo de un gradiente de energía libre y por último retorna a su estado original.

Como resultado de este proceso, es generada una pequeña cantidad de **ATP** “supuestamente” por vía quimiosmótica por generación de un gradiente de  $H^+$ . Dado que el **ATP** se forma a partir de absorción de luz, la reacción se identifica como **fotofosforilación**; el electrón energizado de la clorofila completa un circuito, por lo tanto esta vía se denomina **fotofosforilación cíclica**.

Los electrones que fueron excitados por la absorción de luz en el **fotosistema I**, tienen como segunda opción combinarse con una molécula receptora y luego en vez de retornar a su estado original, desplazarse a lo largo de una cadena que culmina con la **coenzima  $NADP^+$** , a la cual convierten en **NADPH**. Al igual que en la primera vía, durante su recorrido hacia el  **$NADP^+$** , los electrones se desplazan en sentido descendiente a través de un gradiente de energía y participan en la generación de **ATP**. Tanto el **ATP** como el **NADPH**, participan en la fase oscura, donde reducen el  **$CO_2$**  a **carbohidratos**.

Los electrones perdidos por la clorofila y aceptados por el  **$NADPH^+$** , retornan a la clorofila gracias a un segundo fenómeno lumínico que ocurre en un sistema pigmentario diferente al que realiza el primero. En este segundo fenómeno lumínico las moléculas de clorofila del **fotosistema II**, al absorber la luz transfieren sus electrones excitados a un aceptor que los transporta por un gradiente de energía hasta el **fotosistema I**; de tal manera que se rellena el “vacío” electrónico del **fotosistema I** pero se origina un hueco electrónico en el **fotosistema II**. Este segundo hueco, se llena mediante una reacción donde utilizando la energía de los fotones absorbidos, se rompe agua para formar electrones  $H^+$  y oxígeno. Estos electrones son absorbidos por las moléculas

de clorofila del **fotosistema II**, que de este modo recupera su estado original. El  $H^+$  y los electrones capturados por el  $NADP^+$  se desplazan para efectuar la reducción del  $CO_2$  durante la fase oscura. En este proceso se libera  $O_2$ ; la vía global de transferencia de los electrones del agua primero hacia el **fotosistema II**, posteriormente al **fotosistema I** y por último hacia el  $NADP^+$ , se denomina **Fotofosforilación acíclica**.

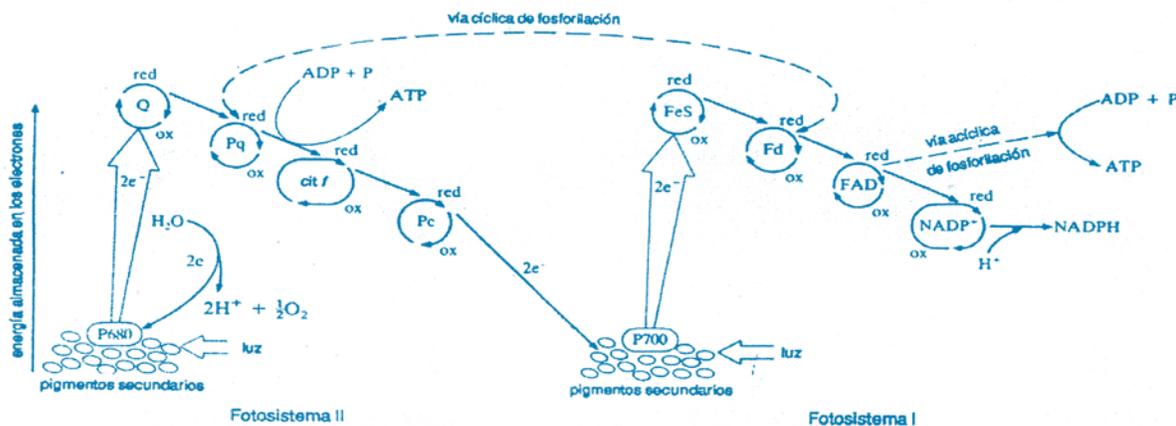


fig.3.16 a. Resumen de la fase lumínica de la fotosíntesis. (Tomado de George H. Fried. Biología)

**Reacciones a oscuras. (fig.3.16 b).** Mediante estas reacciones el  $CO_2$  es reducido a un azúcar. Sus componentes se localizan en el **estroma del cloroplasto**. Si tenemos en cuenta que el  $CO_2$  es un compuesto de baja energía, su conversión en carbohidrato rico en energía significa un gran salto en la escala energética. Para lograr esto, se hacen necesarios una serie de pasos en los cuales intervienen pequeños fragmentos de energía.

Inicialmente, el  $CO_2$  se une a un compuesto de cinco carbonos llamados **biofosfato de ribulosa (RuBP)**; probablemente exista la formación de compuestos de seis carbonos, que al romperse originan dos moléculas del compuesto de tres carbonos **ácido fosfoglicérico (PGA)**. Posteriormente las moléculas de PGA son reducidas a **fosfogliceraldehído (PGAL)**, este azúcar es el primer producto final estable del **proceso fotosintético**.

Por cada seis moléculas del **PGAL**, cinco son utilizadas en la formación de **RUBP**, de manera que existe una fijación constante de  $CO_2$  para su conversión en **PGAL**. El **PGAL**, también puede ser transformado en lípidos y proteínas si las células las necesita.

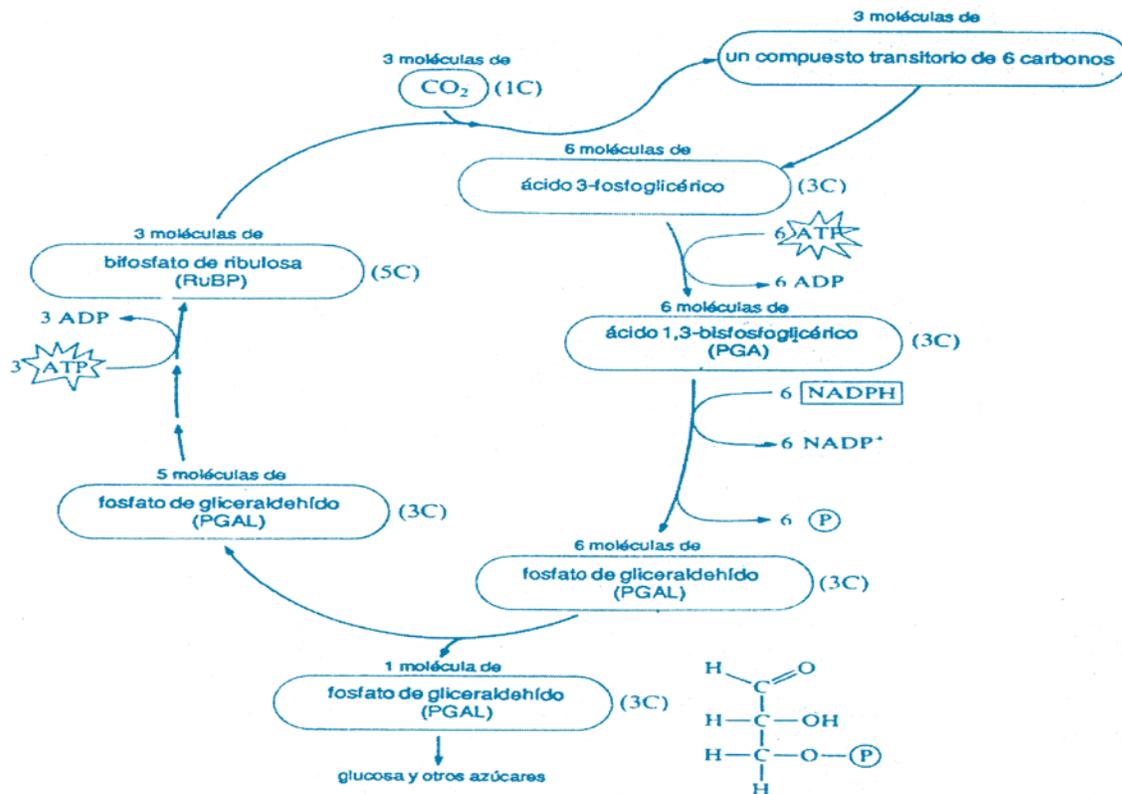


fig.3.16 b. Fase oscura de la fotosíntesis. (Tomado de George H. Fried. Biología).

La **actividad fotosintética** aporta productos finales que son vitales para los seres vivos, tales como los **compuestos orgánicos** que son fuente de energía para todos los procesos biológicos. Además es la principal vía de aportar **oxígeno** a la atmósfera terrestre.

- **Quimiosíntesis.** Esta actividad sintetizadora se presenta en las **bacterias nitrificantes**, que utilizan la energía química obtenida por oxidación de **sulfuro, hierro ó amoníaco**.

La **quimiosíntesis** es un proceso muy importante; para demostrar lo anteriormente expuesto, bastaría analizar la actividad de las **bacterias nitrificadoras**, que mediante este proceso fijan el **nitrógeno** del aire transformándolo en **nitritos y nitratos**, que se depositan en el suelo y son absorbidos por las plantas. (fig.3.17).

- b) **Nutrición heterótrofa.** Los organismos que carecen de clorofila, obtienen su alimento a partir de los **autótrofos**. La nutrición heterótrofa comprende dos tipos de procesos: **anabólicos** y **catabólicos**.

La actividad anabólica permite la construcción de materia viva por las siguientes vías:

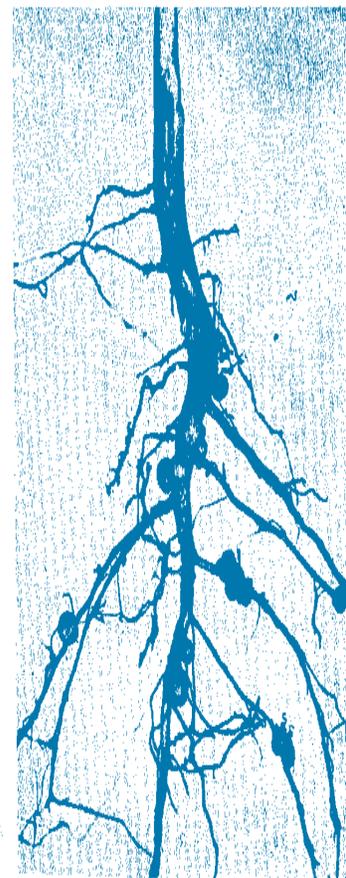
- a) **Ingestión.** El alimento es incorporado a la célula por pinocitosis o fagocitosis.
- b) **Digestión.** Las alimentos llegan a la célula por vías más o menos complejas, según el tipo de organismo se rompen las moléculas y se obtienen otras más simples.
- c) **Asimilación.** Por esta vía, se incorpora materia inerte a estructuras vivas como ocurre en la síntesis de proteínas en el retículo endoplasmático.

Los procesos desintegradores operan por los siguientes mecanismos:

- a) **Desasimilación.** Se producen y almacenan los desechos metabólicos celulares.
- b) **Excreción.** Se eliminan los desechos celulares por ósmosis o pinocitosis.

Existen diferentes tipos de organismos heterótrofos:

- **Saprotos.** Muchos hongos y bacterias, se alimentan de materia orgánica descompuesta.
- **Parásitos.** Viven a expensas de otro organismo, al cual le causan daños (bacterias patógenas).
- **Hololótrofos.** Es el caso de muchos animales, que ingieren todo tipo de alimento.
- **Simbióticos.** Organismos que se relacionan y benefician mutuamente en su proceso de nutrición.
- **Comensales.** Determinados organismos viven a expensas de otros sin dañarles su actividad nutricional como ocurren con la flora intestinal humana.



**fig.3.17 Bacterias nitrificantes en las raíces de las leguminosas. (Tomado de Claude A. Villee: Biología. pág.141)**

## RESPIRACIÓN

La **respiración** es el proceso que permite a las células obtener la **energía** necesaria para sus actividades vitales.

A partir de la combustión de sustancias energéticas almacenadas en las células.

- **Respiración anaeróbica.** Conocida también como glucólisis se produce sin oxígeno. Cuando hablamos de Glucólisis y de fermentación, nos referimos básicamente al mismo proceso. La glucólisis ocurre en células animales y la fermentación es propia de bacterias y levaduras (**fig.3.18**).

Durante la **glucólisis** (**fig.3.19**) ocurren los siguientes fenómenos:

- Fosforilación preliminar.** La célula invierte energía al degradar ATP a ADP para formar **glucosa fosfato**, posteriormente ocurre otra inversión de ATP para formar **fructosa 1,6 difosfato**.
- Rompimiento de la molécula.** La fructosa 1,6 difosfato se rompe originando dos triosas: fosfogliceraldehído (PGAL) y fosfato de dihidroxiacetona (DHAP).
- Oxidación y formación de un enlace altamente energético.** El PGAL se oxida (sin oxígeno molecular) a ácido 1,3 difosfoglicérico; en este proceso tenemos dos cambios significativos:
  - Un par de electrones y de iones de hidrógeno pasan a la coenzima  $\text{NAD}^+$  generando  $\text{NADH} \longrightarrow$  (más energético).

Se forma un segundo enlace fosfatídico a partir del fosfato inorgánico ( $\text{P}_i$ ) del citoplasma, lo cual permitirá formar ATP para la siguiente reacción celular.

- Reordenamiento celular para la formación de enlace fosfatídico de alta energía.** Como consecuencia de los reordenamientos moleculares internos, se genera una molécula de ATP y se obtiene como producto final ácido pirúvico; terminando así la glucólisis.

Cuando las condiciones son **anaeróbicas**, se produce la reacción del ácido pirúvico con el hidrógeno formándose **alcohol etílico** (en plantas y bacterias) o ácido láctico (animales y algunas



**fig.3.18** Para algunos organismos como las bacterias, la respiración anaeróbica es obligatoria.



**Respiración aeróbica.** Este proceso (vía aeróbica) ocurre en las mitocondrias y en presencia de oxígeno libre. Presenta un conjunto de reacciones continuas a partir de la glucólisis, las cuales implican la descomposición del **ácido pirúvico** en  $\text{CO}_2$  y agua, liberando 38 ATP por cada molécula de glucosa. (**Cuadro 3.1**).

El **ácido pirúvico** (producto final de la glucólisis), se degrada a acetaldehído mediante la pérdida de  $\text{CO}_2$ .

Posteriormente, el acetaldehído se oxida a ácido acético y se une a una coenzima A (COA) y se reduce  $\text{NAP}^+$  a NADH. De esta manera el acetil COA se incorpora al **Ciclo de Krebs**.

**Ciclo de Krebs.** Este ciclo (**fig.3.20**) consta de los siguientes pasos:

- a) **Formación de una molécula de seis carbonos.** El grupo acetilo de la acetil - COA, se combina con la molécula de ácido oxalacético y forman ácido cítrico que es un compuesto de seis carbonos.
- b) **Oxidación de la molécula de seis carbonos.** Se oxida el ácido cítrico y se desprende  $\text{CO}_2$ , formándose una sustancia de cinco carbonos, el ácido  $\alpha$  - cetoglutárico.
- c) **Oxidación de la molécula de cinco carbonos.** El ácido  $\alpha$  - cetoglutárico, pierde  $\text{CO}_2$  y se oxida a una molécula de cuatro carbonos (el ácido succínico).
- d) **Reordenamiento molecular y oxidación.** Se regenera el ácido oxalacético luego de varias reacciones y el **ciclo de Krebs**, se repite.

**Cadena de transporte de electrones.** El transporte de electrones puede considerarse como un mecanismo funcional en el ciclo de Krebs que permite la formación de ATP utilizando la energía liberada.

La cadena está integrada por **pigmentos respiratorios** de la **mitocondria** los cuales transportan electrones desde las coenzimas reducidas ( $\text{NADH}$ ,  $\text{FADH}_2$ ) hasta el oxígeno.

El paso de los electrones asociados a las coenzimas (alto nivel energético) hasta el oxígeno trae como consecuencia la liberación de energía que se utiliza para formar ATP, si el donador de

Proceso	ATP
Glucólisis anaeróbico	2
Paso del ácido glicérico a ácido pirúvico	6
Formación de acetil – Coenzima A	6
Ciclo de Krebs – Cadena respiratoria	24
<b>Total</b>	<b>38</b>

(cuadro 3.1 ) Balance energético total del proceso de respiración aeróbica.

electrones es el  $\text{FADH}_2$ , se sintetizan dos moléculas de ATP, en cambio si el donador es el NADH, se forman tres moléculas de ATP.

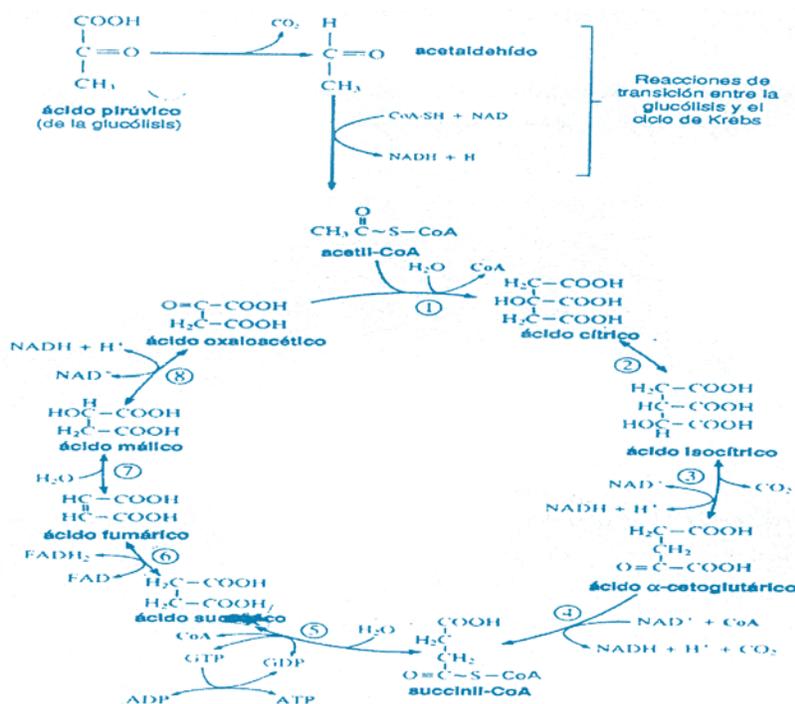


Fig.3.20 Ciclo de Krebs. (Tomado de George H. Fried. Biología).

## FUNCIONES DE RELACIÓN

Además de los llamadas funciones vegetativas, las células realizan importantes funciones de relación: (irritación y movimiento).

**Irritabilidad.** La célula responde a los estímulos (luz, temperatura, químicos, etc).

Los organismos unicelulares, presentan respuestas generalizadas a todos los estímulos. En los organismos pluricelulares encontramos células especializadas en estímulos específicos.

**Movimiento.** La célula es dinámica, tanto por el constante movimiento de sus estructuras internas como por presentar estructuras locomotoras, en el caso de organismos unicelulares como los protozoos cuyas células poseen: cilios, flagelos ó pseudópodos para su locomoción.

## ORGANISMOS PROCARIONTES

Al igual que todos los organismos unicelulares, los procariontes como las **bacterias**, presentan estructuras relacionadas con sus procesos vitales y de relación. A continuación estudiaremos brevemente a los **virus** como formas acelulares y a las bacterias como formas celulares sencillas.

**Virus.** Son los microbios más pequeños que se conocen, están formados por una molécula de ADN o ARN cubierta por una capa de proteínas. La forma del virus depende del arreglo de las proteínas que forman su cápsula protectora. (fig.3.21).

Las principales características estructurales del virus son:

- Carecen de estructuras celulares.
- Nunca crecen ni presentan metabolismo.
- Contienen un sólo tipo de ácido nucleico.
- Poseen muy pocas enzimas.
- Pueden catalizarse y luego reactivarse.

Los virus son parásitos obligados por cuanto no se pueden reproducir solos; para ello infestan otra célula animal o vegetal. (fig.3.22). Por esta razón los virus son responsable de muchas enfermedades, algunas de las cuales relacionamos a continuación:

**Catarro común, gripe, sarampión, viruela, varicela, rubeola, hepatitis, poliomiélitis, fiebre amarilla, rabia, malaria, SIDA, etc.,**

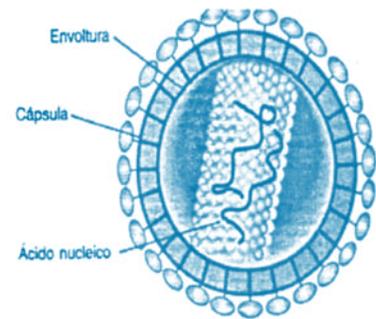
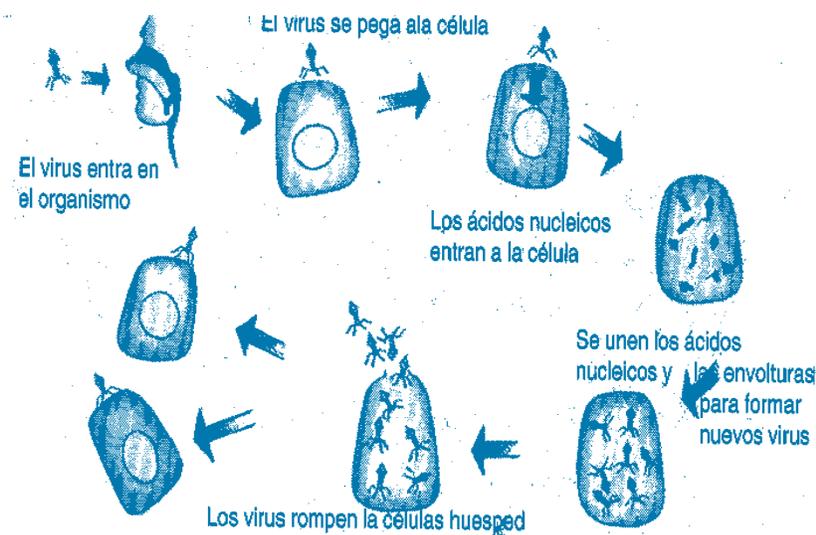


fig.3.21 Forma básicas adoptadas por el VIH (SIDA).



(fig.3.22). Replicación de un virus, infestando a una célula.

**Bacterias.** Considerados los seres vivos más antiguos, son **cosmopolitas**; su tamaño es pequeño pues miden apenas unas micras. Pueden ser: esféricas (cocos), cilíndricas (bacilos), espiraladas (espirilas o espiroquetas) o en forma de coma (vibriones).

Los principales características estructurales de las bacterias (**fig.3.23**) son:

- Presentan **ADN** y **ARN** dispersos en el citoplasma.
- Pared celular rígida, en ocasiones cubiertas de una vaina mucosa.
- Poseen **organelos respiratorios**.

En el citoplasma encontramos **ribosomas** y **gránulos** de almacenamiento.

Las bacterias fotosintéticas poseen **cromatóforos**.

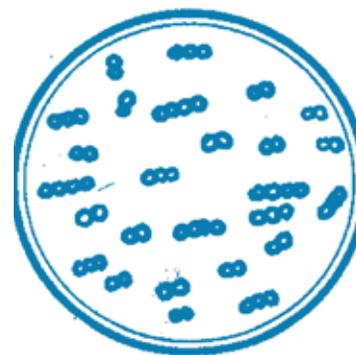
Las bacterias pueden ser autótrofas o heterótrofas y su respiración puede ser **aeróbica** o **anaeróbica**.

Se reproducen de forma asexual (bipartición) pero si las condiciones son adversas, forman espora y resisten por largos períodos.

Generalmente las bacterias están asociadas a muchas enfermedades tales como: la **difteria**, la **tuberculosis**, la **fiebre tifoidea**, la **neumonía**, el **tétano**, la **tosferina**, el **acné** y las enfermedades **venéreas** entre **otras**.

Las bacterias, también resultan de gran utilidad al hombre, a continuación trataremos de ejemplificar tal situación:

- En la agricultura, juegan un importante papel las bacterias descomponedoras y las fijadoras de nitrógeno.
- Los procesos fermentativos que desarrollan las bacterias son de gran utilidad en las industrias: (textil, de los cueros y alimenticia entre otras).



*Diplococcus pneumoniae*



*Bacillus subtilis*



*Eberthella typhi*

**fig.3.23.** Tipos de las bacterias según su forma.

## EN RESUMEN

- Las células constituyen la unidad estructural y funcional de todos los seres vivos. Toda célula proviene de otra preexistente.
- A partir de su complejidad (núcleo organizado) las células pueden ser procarióticas o eucarióticas.
- La membrana plasmática es una capa bimolecular formada por lípidos y proteínas, que protege y le permite el intercambio con el exterior a la célula.
- En el citoplasma encontramos muchos organelos que realizan importantes funciones: (mitocóndrias, plastos, ribosomas, aparato de Golgi y retículos entre otros).
- El núcleo celular juega un papel muy importante en el proceso de división celular y en la transmisión de caracteres hereditarios.
- La fotosíntesis es un proceso anabólico muy importante por cuanto permite transformar sustancias inorgánicas en orgánicas. Consta de dos etapas fundamentales: (Reacciones lumínicas y Reacciones a oscuras).
- La respiración permite obtener la energía necesaria degradando moléculas orgánicas. Puede ser anaeróbica ó aeróbica; esta última consta de dos etapas: (Ciclo de Krebs y cadena respiratoria).
- Los virus y la bacterias son estructuras vivientes poco complejas, generalmente asociadas a muchas enfermedades que afectan a las plantas, los animales y al hombre.

## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

I. Argumenta con dos razones el siguiente planteamiento:

**La célula eucariótica, presenta mayor desarrollo que las procarióticas**

II. Escribe las principales características estructurales de la membrana plasmática.

III. Completa el siguiente cuadro comparativo entre diferentes organelos citoplasmáticos:

Organelos	Funciones
	Contienen ARN. En su superficie se forman las proteínas.
Lisosomas	
	En este organelo ocurre el ciclo de Krebs, liberándose la energía necesaria para las funciones celulares.
Vacuolas	

IV. Demuestra tus conocimientos sobre el desarrollo de la actividad fotosintética realizando lo que a continuación se te indica:

- a) Escribe la ecuación química de este proceso.
- b) Argumenta la siguiente afirmación:

**“La Fotosíntesis es un proceso básico para la existencia de la vida en nuestro planeta”.**

V. Define los siguientes conceptos:

- a) Irritabilidad
- b) Cloroplastos
- c) Respiración anaeróbica

VI. Aplicando los conocimientos adquiridos sobre los virus en este capítulo, escribe tu opinión con respecto al siguiente proverbio popular:

“Muerto el perro, se terminó la rabia”

VII. Realiza un resumen donde amplíes el siguiente tema:

**“Bacterias beneficiosas y perjudiciales”.**



# CAPÍTULO IV

## REPRODUCCIÓN Y DESARROLLO

- **Reproducción celular.**
- **Reproducción en los organismos.**
- **Reproducción humana.**
- **Desarrollo embrionario.**



### ! Al finalizar el capítulo el estudiante

- ◆ Valorará el significado de la reproducción para los seres vivos.
- ◆ Comprenderá la importancia de la mitosis y la meiosis en las células somáticas y reproductoras.
- ◆ Diferenciará los procesos de reproducción sexual y asexual en vegetales y animales.
- ◆ Conocerá la estructura - función de los sistemas reproductivos en el hombre.
- ◆ Interpretará los diferentes eventos que ocurren durante el desarrollo embrionario.

### ?

- ◆ ¿Qué importancia tiene el proceso reproductivo en las diferentes especies?
- ◆ ¿Cuáles son las fases de la mitosis?
- ◆ ¿Qué significado tiene la meiosis para la reproducción sexual?
- ◆ ¿A qué llamamos gametogénesis?
- ◆ ¿Por qué razón algunos grupos de animales como los anfibios no pueden vivir independientes del medio acuático?
- ◆ Explica brevemente la importancia de la placenta durante el embarazo de la mujer

## REPRODUCCIÓN CELULAR

La **reproducción** es un evento básico en las células y en los organismos, por cuanto permite **perpetuar** dichas entidades vivientes manteniendo las características de los progenitores.

Resulta importante considerar que el **ADN** (ácido desoxirribonucleico), es la **biomolécula** encargada de transmitir la **información genética** a las células descendientes.

Todas las células, tanto las de los organismos unicelulares como las que forman tejidos (somáticas) en los organismos pluricelulares, crecen y se dividen de forma continua. A este proceso se le denomina **ciclo celular**.

En el caso de los **organismos unicelulares** con reproducción asexual, su ciclo celular coincide con su **ciclo de vida (fig. 4.1)**; aquí los que experimentan la vida sexual, realizan intercambio de **material genético** por procesos de apareamiento como la **conjugación**.

El ciclo celular consta de varios momentos (**fig. 4.2**). La **interfase** es un proceso donde la célula prepara condiciones para una posterior división; consta de las siguientes etapas:

- **Fase G1:** Momento vegetativo donde se observa crecimiento, incremento de los organelos y producción de otras sustancias.
- **Fase S:** El ADN del núcleo se duplica y se prepara para la posterior división.
- **Fase G2:** En esta fase, se organizan los constituyentes básicos que facilitan la formación de estructuras especializadas en el movimiento de los **chromosomas** y la reproducción celular.

Al concluir la interfase, ocurre la **mitosis**, durante la cual se produce la distribución de materiales nucleares y se forman dos núcleos hijos. La división del citoplasma celular se llama **citocinesis**.

## MITOSIS

La **mitosis (fig.4.3 y fig.4.4)**. Es el proceso de división, nuclear, ocurre después de la **interfase** y aporta dos núcleos hijos; durante esta división observamos las siguientes etapas:

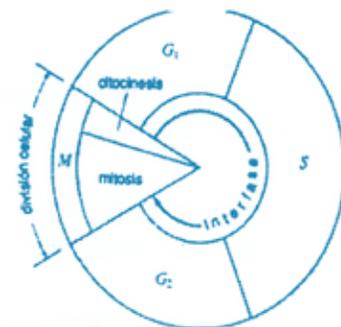
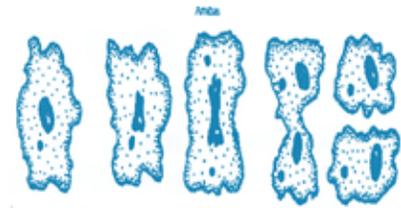


fig.4.2 El ciclo celular.

**Profase.** En el núcleo, los filamentos de **cromatina** se condensan y dan lugar a los **cromosomas**. Cada cromosoma consta de dos **cromátidas** idénticas unidas por un **centrómero**. Desaparece la membrana del núcleo de manera que el jugo nuclear se difunde por el citoplasma. Los **centríolos** que se duplicaron en la **interfase**, se sitúan entre los polos de la célula y se forma entre ellos el **huso acromático**. En las células animales, otros filamentos cortos rodean a los **centríolos** y forman el **áster**.

**Metafase.** Los **cromosomas** se sitúan en la zona ecuatorial de la célula y se alinean por los **centrómeros**, estos últimos se unen al huso y mantienen unidas a las cromátidas dobles.

**Anafase.** Se separan las **cromátidas**, formándose así los **cromosomas** hijos de una sola cromátida. Al parecer los **centrómeros** son jalados por contracciones de las fibras del huso acromático y se sitúan en los polos; de esta manera los cromosomas toman forma de v.

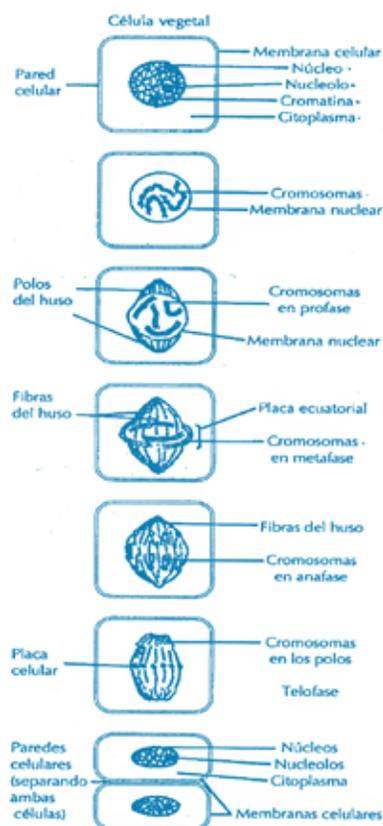
**Telofase.** Los **cromosomas** se alargan y el material cromático se torna filamentos; posteriormente reaparecen la **membrana nuclear** y los **nucleolos**. De esta manera se forman los dos **núcleos** hijos.

La división del citoplasma (**citocinesis**) ocurre al mismo tiempo que la **mitosis**. En las células de los animales se produce un surco en el ecuador que divide el **citoplasma** en dos porciones, provista cada una de un **núcleo**.

En las células vegetales, la división del citoplasma se produce por efecto de una **placa celular** que crece de la zona interna hacia la superficie celular.

La **mitosis** garantiza que cada célula hija posea la misma información genética que la progenitora y por lo tanto sean idénticas.

En los organismos **unicelulares** la **mitosis** significa una forma de reproducción y en los organismos pluricelulares garantizan el crecimiento.



**fig.4.3** Esquema de una mitosis en las células del vegetal. (Tomado de Claude A. Villee: **Biología**, pág.65).

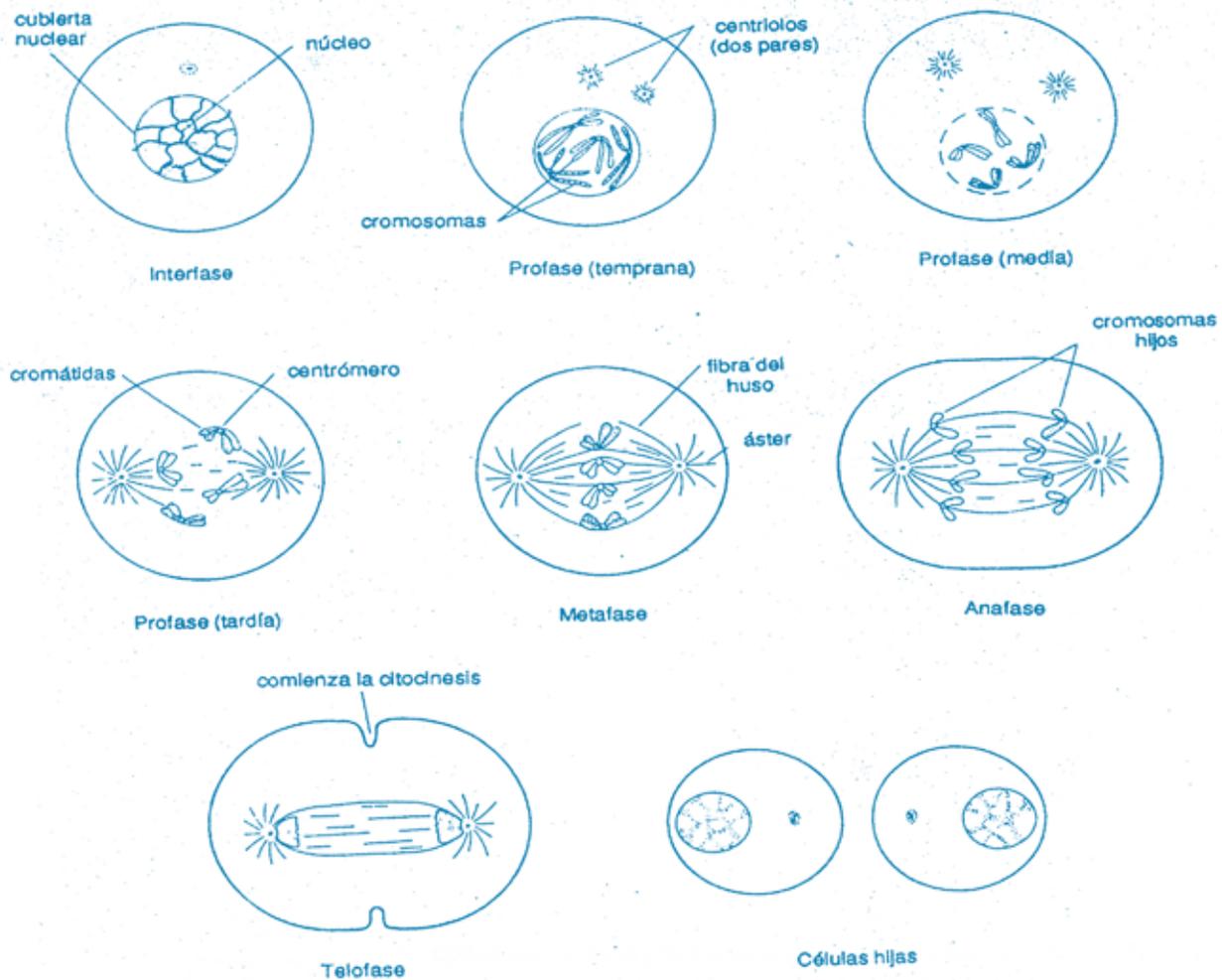


fig.4.4 Mitosis en la célula animal. (Tomado de George H. Fried: *Biología*. pág.107).

## MEIOSIS

Las **células** reproductoras (gametos), al unirse durante la **fecundación** en los organismos que tienen reproducción sexual aportan sus **cromosomas** cada una; por lo tanto si no existe una reducción previa de estos **cromosomas**, el nuevo individuo tendría el doble de la **dotación cromosómica** de su **especie**.

**La meiosis (fig.4.6)**. Es un proceso que contempla dos divisiones reductoras, sucesivas, cada una de estas divisiones está dividida en fases similares a las de la mitosis, la primera es la meiosis I y la segunda es la meiosis II las que garantizan la producción de **gametos haploides** ( $n$ ) que al combinarse forman en cigoto diploide ( $2n$ ).



**Anafase II.** Los centrómeros se dividen de manera que cada cromátida posee su propio centrómero adherido a las fibras del huso. Al separarse cada cromátida hija emigra hacia un polo opuesto.

**Telofase II.** A cada polo del huso llega una dotación completa de **cromátidas**, seguidamente se divide el **citoplasma**, las cromátidas forman la **cromatina** y se define el núcleo con la formación de la membrana nuclear.

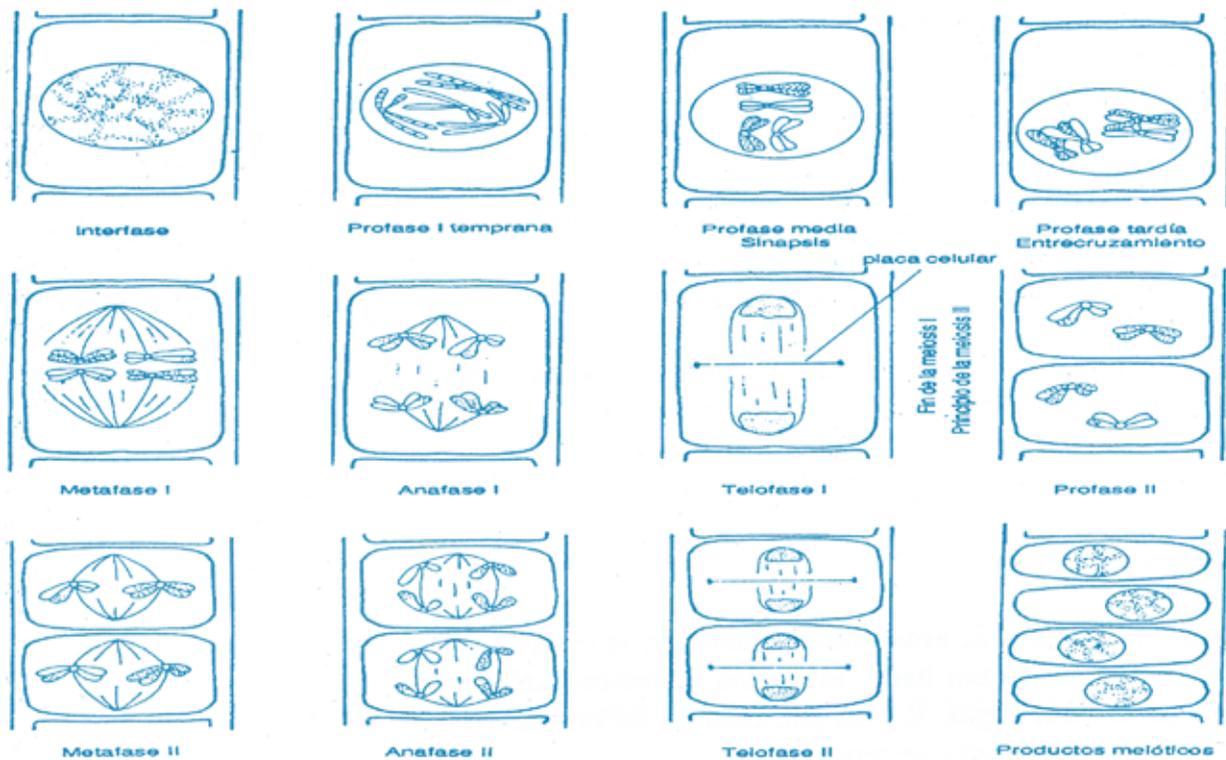


fig.4.6 La Meiosis celular.

Las células que se obtienen como resultado de la **mitosis** (gametos) son haploides, de manera que al producirse el huevo producto de la fecundación este es diploide.

Durante la **gametogénesis**, se evidencia el papel de la **meiosis** al garantizar que tanto los óvulos como los espermatozoides sean biológicamente “viables”.

## REPRODUCCIÓN EN LOS ORGANISMOS

La reproducción es un proceso que si bien no es “vital” para el organismo, si lo es para la perpetuación de la **especie**. El proceso

reproductivo presenta considerables variaciones, según el tipo de organismo donde se efectúa. Existen dos formas básicas: la **reproducción asexual** y la **reproducción sexual**.

## REPRODUCCIÓN ASEXUAL

La **reproducción asexual (fig.4.7)** permite dos o más descendientes a partir de un individuo de manera que los descendientes presentan rasgos idénticos al progenitor. Este tipo de reproducción se puede presentar en las **bacterias**, los **protozoos**, en la mayoría de los **organismos vegetales** y en muchos **animales invertebrados**.

Las diferentes modalidades de reproducción asexual son las siguientes:

**Fisión.** Los **organismos unicelulares** se dividen en dos partes prácticamente iguales, cada una de estas partes crece y se repite el proceso. Esta modalidad se presenta en organismos como las **bacterias**, donde existe un **núcleo organizado**; también recibe el nombre de **amitosis**.

Cuando la fisión ocurre en organismos unicelulares con **núcleo** y **chromosomas** definidos como es el caso de **amoeba** y la **euglena**, se conoce como **mitosis** o **cariocinesis**.

**Gemación.** En ciertas plantas y animales, se generan nuevos individuos a partir de la formación de **yemas** en el progenitor. Estos “**brotos**” crecen y cuando son capaces de realizar todas las funciones vitales, se separan y originan un nuevo organismo que puede vivir, independientemente o en grupos.

**Esporulación.** Algunos organismos producen **esporas** que se forman a partir de divisiones múltiples de una célula. Las esporas son resistentes y poseen un alto poder de dispersión. Este tipo de reproducción se presenta en **musgos**, **helechos**, **hepáticas**, **bacterias**, **hongos** y **algunos protozoarios**.

**Reproducción vegetativa (fig.4.8).** En este tipo de reproducción, el nuevo individuo se forma a partir de una **porción del progenitor**; este acontecimiento se puede dar de forma natural: (tubérculos, bulbos, rizomas y estolones) o por propagación artificial (estacas, acodos e injertos). Estas últimas modalidades son de gran utilidad en la agricultura.

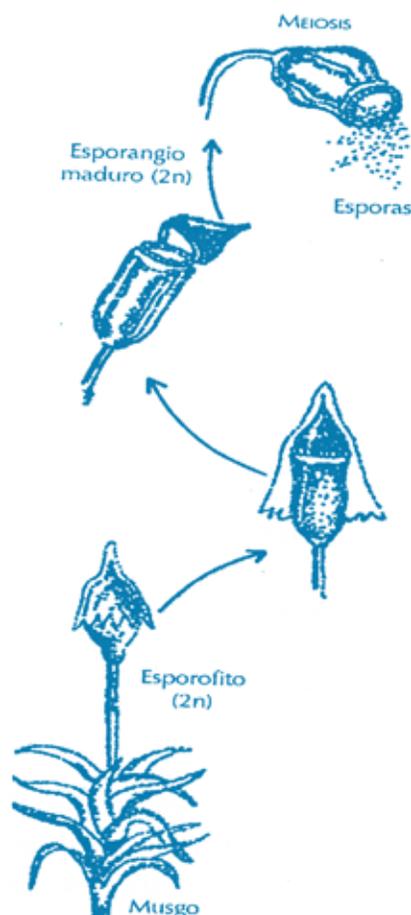


fig.4.7 La reproducción asexual. (Tomado de Cervantes Hernández. Biología. pág. 268).

Algunos animales presentan la propiedad de **generación** mediante la cual restituyen algunas partes del cuerpo cuando son dañadas, tal es el caso de los cangrejos, las estrellas de mar y las lagartijas entre otros.

## REPRODUCCIÓN SEXUAL

Esta modalidad reproductiva, se presenta tanto en organismos unicelulares como pluricelulares. La reproducción sexual es más frecuente en plantas y animales con organización superior.

En la reproducción sexual encontramos dos características muy importantes. En primer lugar tenemos que las **gónadas** forman células reproductoras de ambos sexos, las que al unirse por fecundación originan el **huevo** o **cigoto** que se diferenciará en un nuevo individuo.

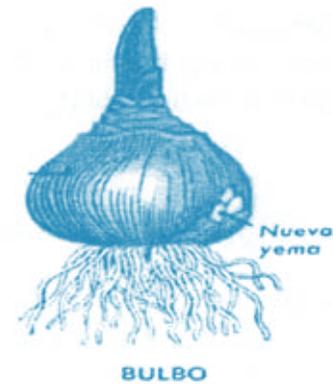
Otro rasgo importante de la reproducción sexual es que la mayoría de las especies animales presentan **diferente morfología** entre el macho y la hembra lo que se conoce como dimorfismo sexual. (fig.4.9).

Las células sexuales masculina y femenina, presentan considerables diferencias entre sí. Existen tres tipos de relación en este particular.

- a) **Isogamia**: Ambos gametos son idénticos.
- b) **Amisogamia**: El gameto femenino es más grande y más lento que el masculino.
- c) **Oogamia**: Los gametos son diferentes entre sí, los femeninos son (**grandes e inmóviles**) y poseen sustancias de reserva. Los masculinos son de menor tamaño y se pueden desplazar.

## REPRODUCCIÓN SEXUAL EN LAS PLANTAS

En las plantas menos evolucionadas, la reproducción sexual alterna con una fase asexual. Tanto en las **gimnospermas** (con semillas desnudas) como en las **angiospermas** (plantas con flores y frutos), encontramos estructuras reproductoras bien desarrolladas para reproducirse **sexualmente**.



a)



b)

fig.4.8 Diferentes tipos de reproducción vegetativa.

a) Bulbo.

b) Rizoma.



fig.4.9 En los mamíferos se observa claramente la presencia del dimorfismo sexual.

**Estructura de una flor (fig.4.10 a y b).** La flor es el órgano reproductor de las plantas. Esta formada por un conjunto de hojas modificadas que forman los siguientes **verticilos florales**:

- **Los sépalos.** Pequeñas estructuras generalmente de color verde en conjunto forman el cáliz.
- **Los pétalos.** Verticilio interno de colores llamativos que forman la corola.
- **Los estambres.** Estructuras protegidas por la corola. Presentan en su extremo superior la **antera**, donde se localizan los **sacos polínicos** ó **microsporangios**, donde se encuentran las células madres del polen denominadas **microsporas**. Estas células sufren meiosis y forman cuatro microsporas aploides que forman los **granos de polen**.
- **El pistilo.** Es el **verticilo** más interno, consta de tres partes: **ovario, estilo y estigma**.

En el **ovario** se encuentran las **macrosporas** u óvulos y mediante la meiosis, la célula madre de la macrospora produce cuatro células haploides, una mayor y tres pequeñas que luego se desintegran. La célula mayor sufre tres divisiones **mitóticas** consecutivas que originan ocho células haploides. Las ocho células se distribuyen tres en cada polo y dos centrales, estas últimas son los núcleos polares. Una de la célula de un polo se transforma en **ovocélula** y desaparecen las otras dos junto con los tres núcleos del otro polo. Dentro del óvulo quedan tres células; la **ovocélula** y los **núcleos polares**.

**Polinización.** Consiste en el transporte de los **granos de polen** desde las **anteras** al **estigma**. Los granos de polen se dispersan por la integración de agentes polinizadores como el agua, el viento y algunos animales como las aves y los insectos.

En las flores “**perfectas**” o **hermafroditas**, existen mayores posibilidades de que ocurra la **polinización** por cuanto en ella existen tanto estambres como pistilos.

**Doble fecundación.** A partir de la **polinización**, se produce la **fecundación**. El grano de polen cae sobre el estigma y germina dando origen a dos núcleos; uno forma el **tubo polínico** y el otro el **núcleo generador**. El tubo polínico penetra por una abertura llamada **micrófilo** y llega al ovario. El núcleo generador forma

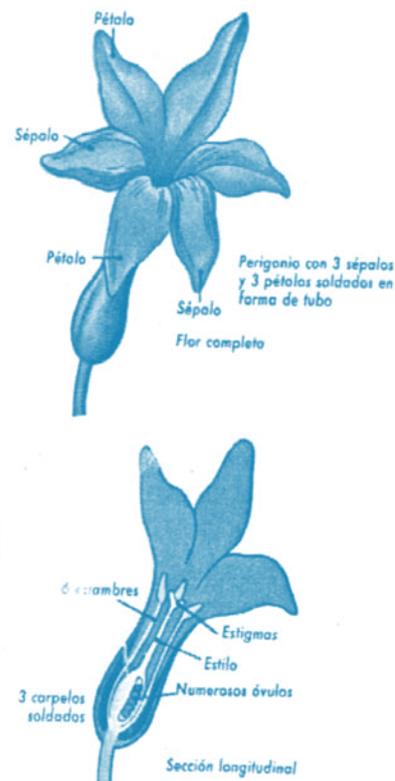


fig.4.10 (a) Estructura externa de una flor.

dos **gametos masculinos**, uno de ellos fecunda a la **ovocélula** y forma un cigoto que dará origen al embrión de la nueva planta y el otro núcleo espermático se une a las células polares originando el **endospermo** que es la fuente nutricional del embrión.

Los tejidos externos del óvulo forman las semillas, el ovario maduro al fruto.

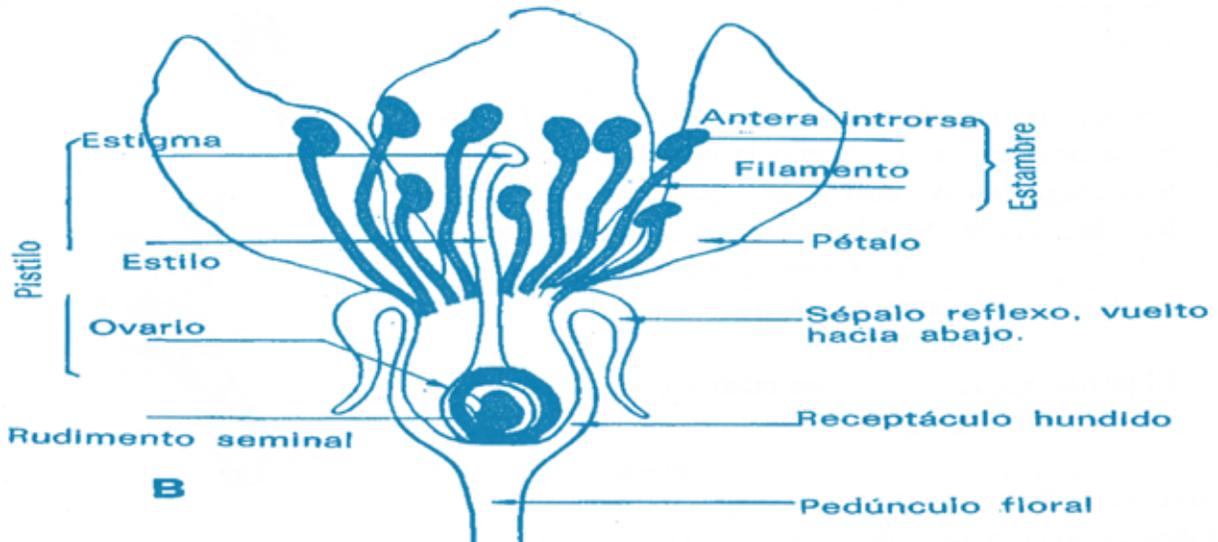


fig.4.10 (b) Corte longitudinal de una flor para observar las estructuras internas

## REPRODUCCIÓN SEXUAL EN LOS ANIMALES

En los animales encontramos estructuras especializadas en la **reproducción** lo cual se hace evidente por ejemplo en los **órganos copuladores** y en múltiples adaptaciones para el desarrollo del huevo o cigoto, como ocurre en los vertebrados.

Todas las especies forman dos tipos de gametos: **óvulos** y **espermatozoides** varían en su forma y dinamismo de un grupo a otro; por ejemplo, algunos presentan sus espermatozoides con movimientos ondulatorios para desplazarse mientras en la mayoría están provistos de cola para tal función.

**Gametogénesis.** La formación de gametos presenta diferentes niveles de complejidad según el grupo de animales que analicemos.

En los **poríferos** por ejemplo no presentan órganos especializados por lo que algunas células se diferencian en **óvulos** o **espermatozoides**.

En algunos grupos de animales como los **poríferos** y los **anélidos** existen individuos **hermafroditas** por cuanto producen ambos gametos.

En ninguna especie de **vertebrados** se conocen individuos que formen indistintamente óvulos y espermatozoides. Los **gametos** se forman en órganos especializados (**gónadas**).

La **espermatogénesis** (**fig.4.11**) es el proceso mediante el cual se forman los espermatozoides, se efectúa en los **tubos seminíferos** de los **testículos**.

Las **espermatogonias**, luego de dividirse varias veces por **mitosis**, dan origen a nuevas **espermatogonias**. Algunas de estas espermatogonias se transforman en **espermatoцитos primarios** que al dividirse por meiosis generan **espermatoцитos secundarios** los cuales llevan a cabo una segunda división meiótica y reciben el nombre de **espermátidas haploides** que finalmente se transforman en **espermatozoides haploides**.

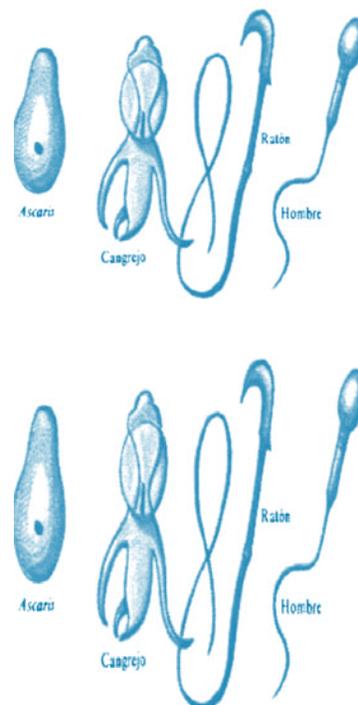
Los **espermatozoides** constan de tres partes fundamentales; la **cabeza** provista de enzimas hidrolíticas que facilitan la penetración en el óvulo, el **segmento intermedio** con mitocondrias que proporcionan energía y el **flagelo**.

Los **ovarios** son las gónadas femeninas, en ellos se lleva a cabo la **ovogénesis** o formación de los gametos femeninos. (**fig.4.12**).

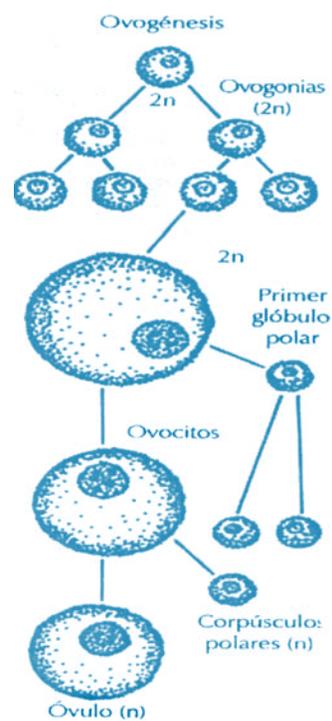
En los folículos del ovario encontramos las células germinales (**ovogonias**). Cuando estas células crecen y se modifican, se denominan **ovocitos primarios**, y sufren una primera división meiótica y se originan dos células; una voluminosa u **ovocito secundario** y otra pequeña o **primer glóbulo polar**. Al sufrir una segunda división meiótica del ovocito secundario se forman otras dos células: una grande y otra pequeña o **segundo glóbulo polar**. Los glóbulos polares se desintegran rápidamente, mientras que la otra célula se desarrolla y se convierte en un **óvulo maduro haploide**.

**Fecundación.** Consiste en la penetración del espermatozoide en el óvulo de manera que se unen los pronúcleos masculinos y femeninos (cariogamia).

La fecundación puede ser **externa** (**fig. 4.13 a**) cuando los espermatozoides y los óvulos son liberados en el agua donde se



**fig.4.11** Diferentes formas de espermatozoides.



**fig.4.12** Ovogénesis.

produce la fusión de los gametos, esta modalidad es propia de animales acuáticos como **peces** y **anfibios**.

Los organismos terrestres practican la **fecundación interna** (fig. 4.13 b) el proceso de **copulación** garantiza la unión de las células reproductoras en el interior húmedo de la hembra y para ello es fundamental el órgano copular del macho.

Los animales acuáticos, protegen el desarrollo de sus huevos encerrándolos en estructuras resistentes e impermeables; los terrestres protegen sus huevos de la desecación con cáscaras, tal es el caso de las aves y los reptiles.

La fecundación de los mamíferos es interna así como su desarrollo embrionario. El embrión se alimenta del **vitelo** y cuando se agota obtiene su alimento mediante su conexión con el sistema sanguíneo de la madre. Las crías se alimentan al nacer de las secreciones que producen las **glándulas mamarias** de la hembra. Resulta curioso el caso particular de los mamíferos; el **equidna** y el **ornitorrinco** cuyo desarrollo embrionario ocurre fuera del cuerpo de la madre.

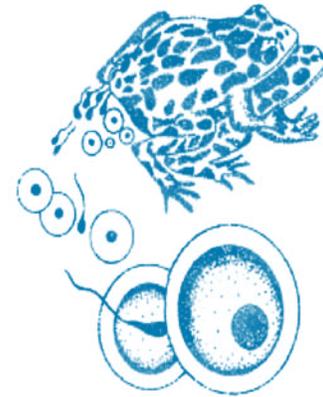
## REPRODUCCIÓN HUMANA

Aunque básicamente, la reproducción en los humanos sigue un patrón similar a los animales más desarrollados. Tiene algunos rasgos que la hacen diferente.

## APARATO REPRODUCTOR MASCULINO

Los **testículos** (fig. 4.14) son dos estructuras ovals situados debajo del pubis y protegidos por el **escroto**. Internamente están formados por muchos **tubos seminíferos**, en cuyo interior ocurre la espermatogénesis.

En el tejido que se encuentra entre los **tubos seminíferos**, están las células **intersticiales** encargadas de elaborar la hormona sexual masculina: la **testosterona**. Esta hormona controla el desarrollo y funcionamiento de los órganos sexuales así como la aparición de los caracteres sexuales secundarios en los varones.



a)



b)

fig.4.13 Tipos de fecundación.

a) Externa

b) Interna

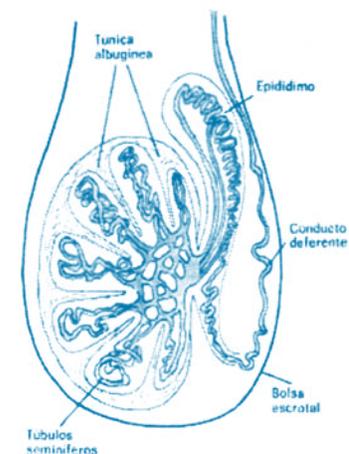


fig.4.14 Representación esquemática de la estructura del testículo.

Los espermatozoides se almacenan en el **epidídimo** que es una estructura tubular sumamente enrollada localizada encima de cada testículo.

Los espermatozoides pasan por el **conducto deferente** hasta la **uretra** que es un tubo que corre a lo largo del **pene** y permite la salida tanto de la **orina** como del **líquido seminal**.

El **líquido seminal** esta formado por los espermatozoides más un líquido secretado por las **vesículas seminales**, la **próstata** y las glándulas de cowper.

El **pene** es el órgano copular, su erección es posible en primer lugar gracias a la llegada de una estimulación nerviosa que permite que la sangre congestione los tejidos del **cuerpo cavernoso** y el glande.

Como consecuencia de los movimientos del coito, se incrementa la excitación y se produce el **clímax sexual** con la expulsión del líquido seminal a lo que se llama **eyaculación**.

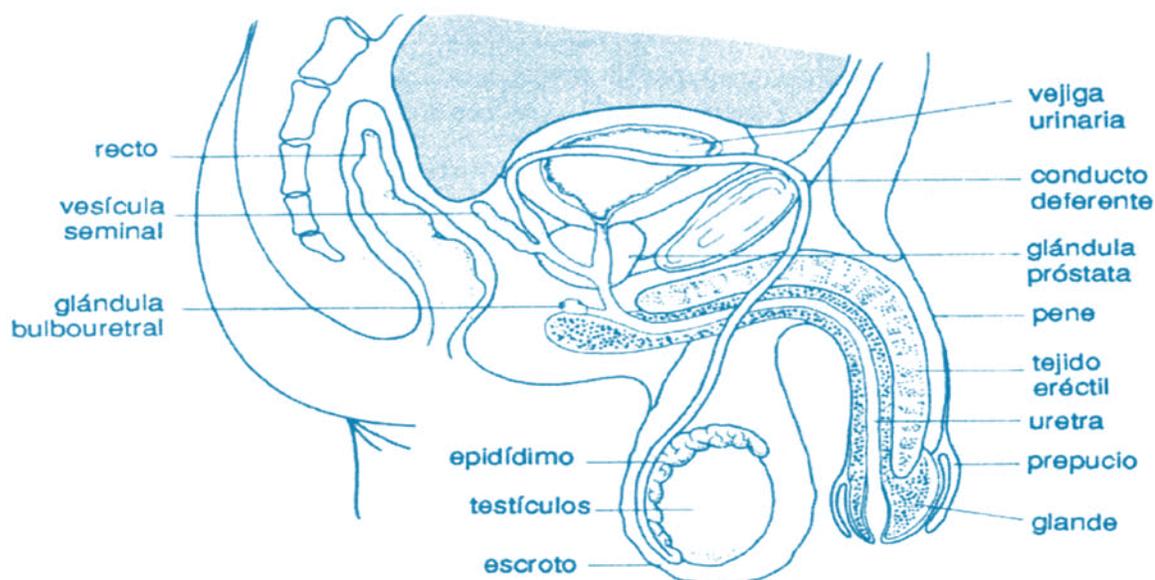


fig.4.15 Aparato reproductor masculino.

## APARATO REPRODUCTOR FEMENINO

Las **gónadas femeninas** son los **ovarios**, que se localizan dentro de la cavidad abdominal fijos mediante bandas de tejidos conectivos.

En la parte superior de cada ovario encontramos los **oviductos** o **trompas de Falopio** que desembocan en la cavidad uterina, donde se desarrollará el **embrión** y posteriormente el **feto**.

Cuando se produce la **fecundación (fig.4.16)** del o los óvulos en el oviducto, son empujados hacia el útero donde se producen las primeras fases del desarrollo embrionario y su **implantación**.

El útero se comunica con la vagina. Uno de los extremos de la vagina rodea al **cuello uterino (cérvix)** mientras que el extremo distal se prolonga al exterior.

La vulva, forma parte de los órganos sexuales externos, formada por los **labios mayores**, los **labios menores** y el **clítoris**. Los labios son estructuras homólogas del **escroto** y el **clítoris**, protuberancia de tejido eréctil situado encima de la **abertura uretral**, es homólogo al **pene**.

**Ciclo menstrual.** Siempre que se libera un óvulo, más o menos cada 28 días, se producen una serie de cambios en el aparato reproductor femenino que se prepara para un posible embarazo; este evento se llama **ciclo menstrual** y aparece aproximadamente a los doce años y desaparece con la **menopausia** alrededor de los cincuenta años; este ciclo puede sufrir interrupciones con los embarazos de la mujer.

La hormona **folículo estimulante (FSH)** producida por la **hipófisis** actúa sobre los ovarios y estimula a un **ovocito primario** para completar la meiosis I formándose el ovocito secundario. Al mismo tiempo la FSH estimula a los ovarios en la producción de **estrógenos** que producen el engrosamiento de las partes del útero. A partir de este momento, la **hormona luteinizante (LH)** produce la **ovulación** por rompimiento del folículo y liberación del óvulo, esto ocurre más o menos el día 14 del ciclo.

Al romperse el folículo, se convierte en **cuerpo luteo** o amarillo, que por la acción de la (LH) y la hormona luteotrópica (LTH) secretada por la (**hipófisis**), produce la **progesterona** que se encarga de mantener listo el útero para el embarazo. Después del parto, la LTH estimula la producción de **leche materna**.

El desarrollo del **cuerpo amarillo**, tiene una duración de aproximadamente 14 días y termina con el sangrado o **menstruación** que se prolonga por un término de 3 a 5 días. Conjuntamente se desintegran las paredes internas del útero.

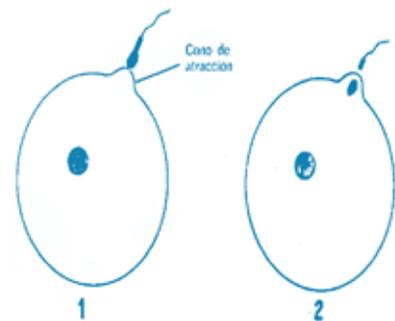


fig.4.16 Óvulo en proceso de fecundación

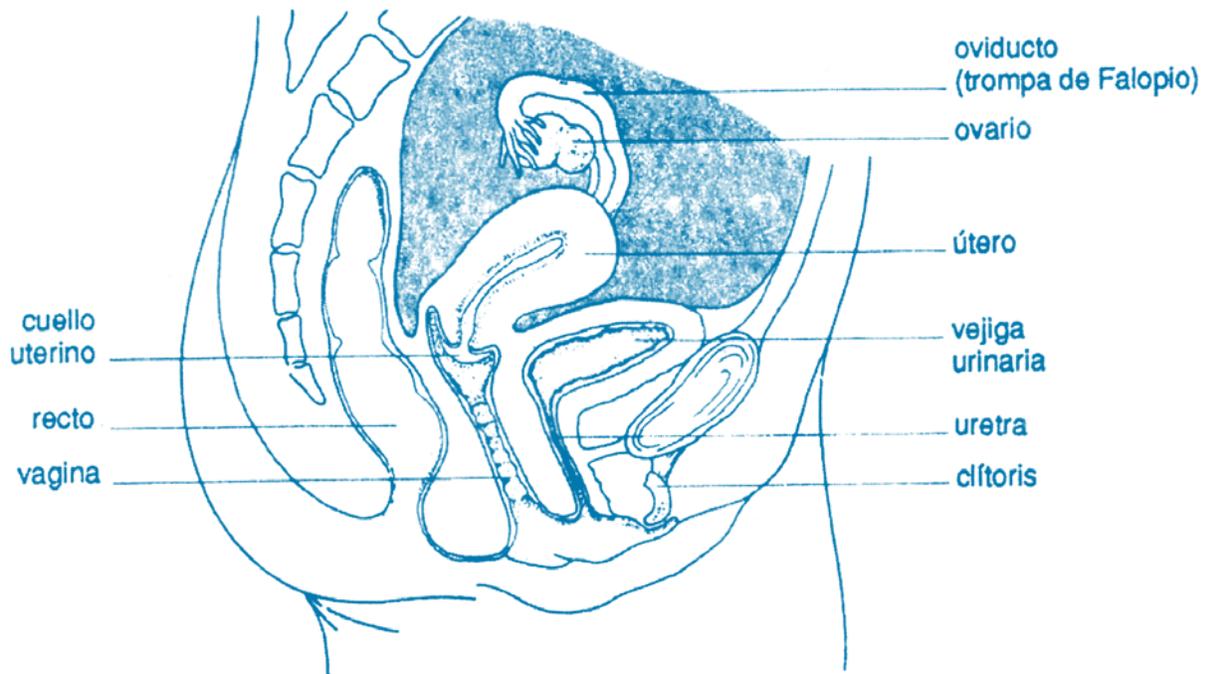


fig.4.17 Aparato reproductor femenino.

## FECUNDACIÓN

La fecundación ocurre cuando la cabeza del espermatozoide penetra en el óvulo inmaduro que se desplaza por las trompas de Falopio y lo induce a efectuar la meiosis II. En este momento, los núcleos haploides **femenino** y masculino se fusionan restableciéndose la condición diploide.

El **cigoto** formado a partir de la fecundación, es el punto de partida para la formación de un nuevo individuo para ello sufre continuas transformaciones hasta formar el **embrión**. Este período conocido como **gestación** termina con el nacimiento del nuevo individuo.

Después del nacimiento continúa el desarrollo **postembrionario**.

## DESARROLLO EMBRIONARIO EN EL HOMBRE

El desarrollo embrionario en el hombre consta de las siguientes fases:

**Segmentación del huevo (fig. 4.18).** Durante la segmentación del huevo se forman células llamadas **blastómeros** que quedan unidas formando una masa esférica de blastómeros llamada **mórula**. Determinados blastómeros forman una capa externa y otros se agrupan en el centro.

Los blastómeros periféricos se separan de los centrales, quedando entre ellos una cavidad; este estado se conoce como **blástula o blastocisto**.

La pared externa se llama **trofoblasto** y el grupo central se llama **embrioblasto** o botón embrionario. El espacio interior se llena de un líquido seroso y se denomina **blastocelo** o **lecitocelo**.

**Gastrulación (fig. 4.19).** En este proceso, se forman tres capas embrionarias (ectodermo, mesodermo y endodermo), así como los elementos **anexos** embrionarios (amnios, saco vitelino, alantoides y mesodermo extraembrionario). Todas las estructuras anteriores se originan a partir del **botón embrionario**. La (fig.4.19), ilustra el resultado de estas modificaciones.

**Organogénesis.** En esta fase del desarrollo embrionario se originan los **órganos** y **sistemas** del nuevo individuo a partir de las **capas embrionarias**. A continuación abordaremos de forma breve y mediante un cuadro como ocurre esta diferenciación.

#### Cuadro 4.1. Resultado de la organogénesis.

Hoja embrionaria	Estructura que forman
<b>Ectodermo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capa epidérmica de la piel y glándulas cutáneas.</li> <li>- Abertura naturales del cuerpo (boca, fosas nasales, etc).</li> <li>- El Sistema nervioso central.</li> </ul>
<b>Mesodermo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capa dérmica de la piel y tejido conjuntivo.</li> <li>- Aparato circulatorio.</li> <li>- El aparato excretor y las gónadas.</li> <li>- El sistema muscular.</li> <li>- El esqueleto.</li> </ul>
<b>Endodermo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubo digestivo con sus glándulas anexas.</li> <li>- Revestimiento interior de algunos órganos como los pulmones.</li> </ul>

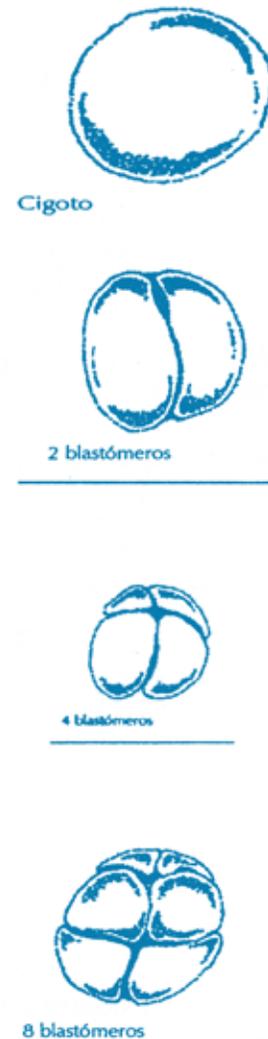


fig.4.18 Segmentación del huevo. (Formación de la blástula)

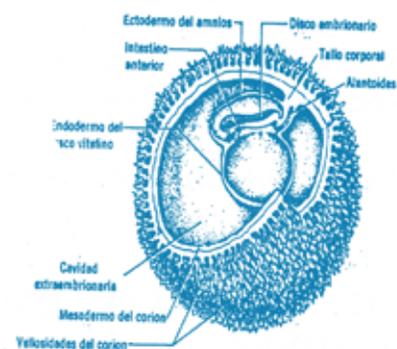


fig.4.19 Formación de capas embrionarias. (Tomado de Villee. Biología: pág.592).

## LOS ANEXOS EMBRIONARIOS

- **El amnios:** Contiene el líquido que sirve como amortiguador y durante el parto lubrica la vagina.
- **El saco vitelino:** Tiene la responsabilidad de nutrir al embrión.
- **El alantoides:** Sirve como almacén de sustancias o productos de excreción.
- **El corion:** Participa activamente en la nidación o formación de la placenta.

**Nidación y formación de la placenta.** En esta etapa el embrión se implanta en la mucosa (endometrio) por medio de sus vellosidades coriales. Estas **vellosidades placentarias** que al interactuar con el endometrio forman la **placenta fetal** que se conecta con el feto por el **cordón umbilical**. La placenta permite que el feto realice el **intercambio gaseoso**, la **alimentación** y la **excreción** a partir de su conexión con la madre.

**Nacimiento.** Es la expulsión del feto una vez que alcanza su completo desarrollo, este momento se denomina **parto (fig.4.20)** en el cual, primero se expulsa el feto y más tarde la placenta y otros anexo. Como consecuencia se rompe el **amnios** y expulsa el líquido que contiene.

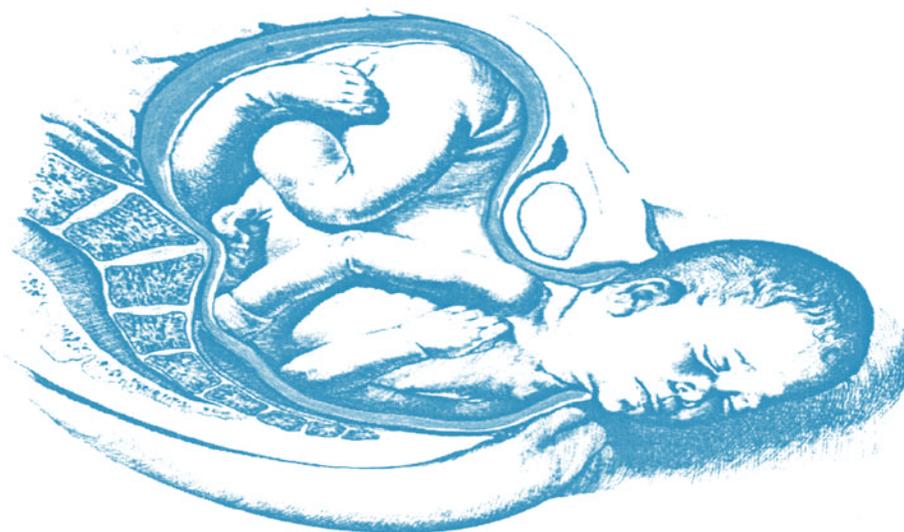


fig.4.20 Expulsión del feto en un parto normal.

## DESARROLLO POSTEMBRIONARIO

En el desarrollo postembrionario, podemos considerar tres aspectos fundamentales:

### a) Cambios postnatales

Entran en funcionamiento los aparatos respiratorio, digestivo y excretor.

Aparecen los dientes.

Se cierran las fontanelas en el cráneo.

Aprendizaje y desarrollo del lenguaje.

### b) Crecimiento

Aumentan de tamaño todas sus partes, está regulado por la actividad hormonal, la alimentación y la forma de vida entre otros factores.

### c) Madurez sexual

Comienza connotadamente a partir de los 13 ó 14 años, aparece el crecimiento de los genitales, los caracteres sexuales secundarios y se inicia la actividad de células y hormonas sexuales.

## EN RESUMEN

- La reproducción permite la perpetuación de las especies.
- El ciclo celular consta de varias fases de crecimiento y preparación para la posterior división.
- La mitosis ocurre en las células somáticas y permite el crecimiento de los tejidos.
- La meiosis conforma dos divisiones consecutivas que garantizan la formación de gametos haploides.
- En el proceso de reproducción asexual, se origina un nuevo organismo a partir de un sólo progenitor. Es más frecuente en plantas y animales inferiores.
- La reproducción sexual, es un proceso donde se cruzan dos individuos con diferentes sexos siempre que pertenezcan a la misma especie. Garantiza obtener descendientes con mayor diversidad genética.
- El aparato sexual de los mamíferos presenta estructuras muy especializadas como: las gónadas, las estructuras copuladoras y las glándulas anexas.
- El desarrollo de los nuevos organismos a partir de la fecundación consta de dos etapas: El desarrollo embrionario y el desarrollo postembrionario; en la primera de estas etapas, el embrión se implanta y se desarrolla hasta convertirse en feto. El desarrollo postembrionario se inicia con el parto y concluye con la maduración sexual del individuo.

## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

I. Comenta el siguiente planteamiento:

La reproducción en un evento básico para los seres vivos.

II. Con relación a la mitosis y a la meiosis responde:

- a) ¿Dónde ocurre cada una de estas divisiones?.
- b) ¿Cuál es el aporte de cada una?.

III. ¿Qué relación podemos establecer entre la reproducción vegetativa de las plantas y la actividad agrícola?.

IV. ¿Qué ventajas significativas encontramos en la reproducción sexual con relación a las características del nuevo individuo?.

V. ¿Por qué razón el ciclo menstrual se interrumpe cuando la mujer queda embarazada?.

VI. El desarrollo embrionario, es un proceso donde se pone de manifiesto la increíble perfección de la creación humana con relación a este proceso responde:

- a) ¿Qué ocurre durante la gastrulación?
- b) ¿Qué estructuras se forman a partir de la hoja embrionaria llamada **ectodermo**?
- c) ¿A qué llamamos **nacimiento**?

## CAPÍTULO V

### GENÉTICA

- **Mecanismos de la herencia.**
- **Teoría genética de la herencia.**
- **Herencia Humana.**
- **Mutaciones.**



#### ! Al finalizar el capítulo el estudiante

- ◆ Definirá un grupo de conceptos básicos de la genética.
- ◆ Conocerá los aportes de Mendel a la genética.
- ◆ Diferenciará los tipos de interacciones entre los genes.
- ◆ Comprenderá la compleja estructura de un gen.
- ◆ Valorará la importancia de los ácidos nucleicos en la transmisión de información genética.
- ◆ Interpretará el papel que juegan los cromosomas sexuales en la herencia ligada al sexo.
- ◆ Debatirá sobre procesos anómalos como las mutaciones.

#### ?

- ◆ ¿Qué estudia la genética?.
- ◆ ¿Por qué se plantea que el gen es la unidad básica de la genética?.
- ◆ ¿Cuáles fueron los principales aportes de Gregorio Mendel al desarrollo de la genética?.
- ◆ ¿Cuáles son la partes principales de un gen o cistrón?.
- ◆ ¿A qué llamamos herencia ligada al sexo?.
- ◆ ¿Qué aplicación práctica tienen los conocimientos genéticos?.

## MECANISMOS DE LA HERENCIA

La Genética es una de las ramas más importantes y novedosas de las ciencias biológicas.

Desde tiempos muy remotos, el hombre observó muchas similitudes entre los individuos de una misma especie, lo cual se hacía más significativo entre aquellos que tenían vínculos de parentesco. Aún sin conocer las leyes que rigen este fenómeno, utilizó el cruzamiento de los mejores ejemplares esperando obtener mejoras en la descendencia. (**fig.5.1 a y b**).

Hoy se sabe que los caracteres básicos de una especie se transmiten de generación en generación gracias a la información codificada de los mismos en el ADN de los progenitores.

Estas instrucciones codificadas llegan al nuevo individuo a través de las células sexuales durante la fecundación.

La tendencia de los individuos a parecerse a sus progenitores, se llama **herencia**.

Entre padres e hijos y entre hermanos, aún cuando sean muy parecidos se observan diferencias o **variaciones**. Estas diferencias pueden tener un **origen hereditario** o estar dadas por **factores ambientales**.

La **Genética** es la rama de la biología que estudia la dinámica de la herencia y las variaciones; así como las leyes que rigen estos fenómenos.

El desarrollo y la aplicación de la genética ha tenido un impacto muy positivo en la vida del hombre. En este sentido podemos citar: el mejoramiento de las especies y los aportes para comprender aspectos de la evolución. Las ciencias médicas, avisan posibles soluciones a problemas tan complejos como el cáncer mediante técnicas de manejo genético.

## CONCEPTOS BÁSICOS

Antes de continuar profundizando en el tema, es importante conocer un grupo de términos muy utilizados y por lo tanto necesarios para comprender estos contenidos.



**fig.5.1 (a)** La recolección del semen de los mejores reproductores es una aplicación de los conocimientos genéticos.



**fig.5.1 (b)** El cruce genético permite el mejoramiento de la descendencia.

- **Especie**

Conjunto de seres vivos muy parecidos entre sí. Sus integrantes pueden reproducirse entre ellos. (**fig.5.2**).

- **Raza**

Grupos de individuos que aunque pertenecen a una misma especie, muestran diferencias que pueden transmitir a sus descendientes.

- **Genes**

Constituyen la unidad fundamental de la herencia, son los responsables de transmitir un carácter determinado.

- **Gen homólogo**

Miembro de un par de genes que son genéticamente iguales (AA, aa, etc).

- **Gen dominante**

Es el gen que determina un carácter o fenotipo, se presenta con un par de letras mayúsculas (A, B, C, etc).

- **Gen recesivo**

Gen que no expresa su fenotipo, pues queda enmascarado a menos que sea homocigótico, se presenta con letras minúsculas (a, b, c, d).

- **Carácter homocigoto**

Se pone de manifiesto cuando los alelos son idénticos (AA, aa, etc).

- **Carácter heterocigoto**

En este caso los alelos que determinan un carácter dado son diferentes (Aa, Bb, etc).

- **Genotipo**

Conjunto de genes de un individuo los cuales almacenan la



**fig.5.2** Los miembros de una especie son muy parecidos, se pueden reproducir entre ellos.

información genética que transmiten los progenitores a sus hijos.

- **Genoma**

Serie completa de factores hereditarios contenidos en la distribución haploide de cromosomas.

- **Fenotipo**

Expresión visible de las características genéticas del individuo (color de los ojos, forma de las orejas, etc).

- **Alelo**

Se llama a cada miembro de un par de genes.

- **Cromosomas**

Estructura filamentosa que se encuentra en el núcleo celular y contiene los genes.

- **Locus**

Zona específica del cromosoma donde se localiza el gen de un carácter determinado.

- **Cariotipo**

Esta dado por la dotación cromosómica completa de una especie.

- **Cariograma**

Representación gráfica (esquemática) del cariotipo.

- **Progenitores**

Se denominan así a los padres. Generalmente se representan con la letra P.

- **Gameto**

Célula reproductora (óvulos y espermatozoides).

- **Cruce**

Reproducción sexual que implica intercambio de alelos.

## LOS TRABAJOS DE MENDEL

Las Leyes de Mendel que hoy conocemos, son el fruto de ocho años de investigación en el huerto del monasterio de los agustinos.

Gregorio Mendel (**fig.5.3**) seleccionó para su trabajo, guisantes (arvejas) de jardín (*Pisum sativum*) por ser plantas hermafroditas, lo cual permite realizar la fecundación cruzada entre distintas variedades, permitiendo además la fácil autofecundación.

Esta planta posee caracteres diferenciales constantes y además es de fácil cultivo en espacios pequeños.

Para su experimento, Mendel se centró en las siguientes características de la planta:

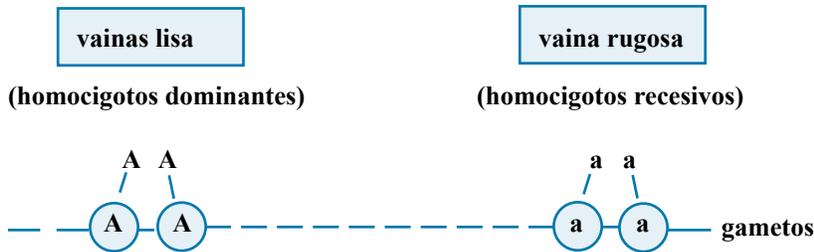
- Color de las semillas.
- Color de las vainas.
- Color de las flores.
- Tamaño de la planta (alta o baja).
- Forma de la semilla.
- Tamaño de las hojas.
- Tamaño de las flores.

El éxito de Mendel estuvo relacionado con la selección de las plantas más adecuadas, con la buena limitación de los objetivos de su trabajo y además con el registro fiel de todas sus observaciones.

**Ley de la segregación.** Mendel trabajó con plantas de líneas puras, obtenidas a partir de varias autofecundaciones. Realizó cruzamientos monohíbridos; es decir, utilizó plantas homocigóticas y trato de contrastar un sólo carácter teniendo conocimiento de que cada carácter podía ser dominante o recesivo. Para representar el carácter dominante, utilizó letras mayúsculas y el recesivo lo representó con letras minúsculas.

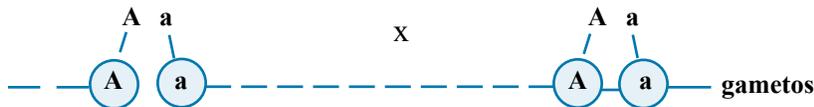


**fig.5.3 Gregorio Mendel (1822 - 1884)**



Al fecundarse los gametos (que sólo tienen un factor: A ó a) se obtuvo la primera generación filial (**fig.5.4**) con un genotipo Aa. En cuanto a las características fenotípicas, se pudo observar que todas las vainas eran lisas. Esto se explica porque el carácter rugoso se comporta como recesivo y por lo tanto no se manifiesta.

Mendel realizó la autopolinización de las plantas obtenidas. En este caso como todas son genotípicamente heterocigóticas (Aa), en la formación de gametos los alelos se segregan de manera que la mitad de los gametos en cada planta portan el carácter dominante (A) y el resto portan el carácter recesivo (a).

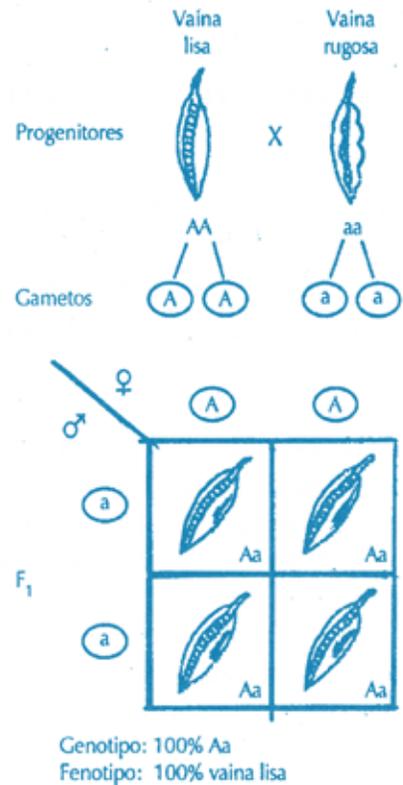


Como resultado de este segundo experimento (**fig.5.5**) Mendel obtuvo la segunda generación filial  $F_2$ , donde reaparecen fenotípicamente los caracteres iniciales: (vaina lisa y vaina rugosa) en una proporción 3:1 es decir tres vainas lisas por una rugosa.

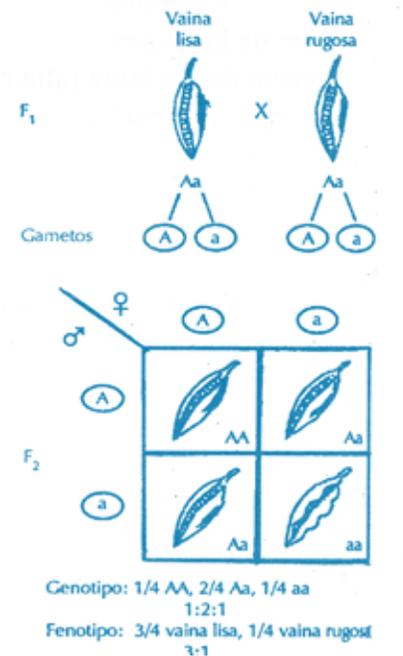
Desde el punto de vista genotípico, las combinaciones y proporciones de la  $F_2$  son: una cuarta parte de las vainas homocigóticas dominantes (AA), dos cuartas partes heterocigóticas (Aa) y una cuarta parte homocigóticas recesivas (aa). Se establece por tanto la relación 1:2:1.

A partir de estas experiencias, Mendel formula la **ley de la segregación**.

**Al cruzar dos individuos, en cada uno de ellos existe un par de factores individuales (genes) que controlan cada rasgo y que deben segregarse (separarse) durante la formación de los gametos, para luego reunirse al azar en el momento de la fecundación.**



**fig.5.4** En la  $F_1$  del cruce monohíbrido, se observa el carácter dominante de la vaina lisa.

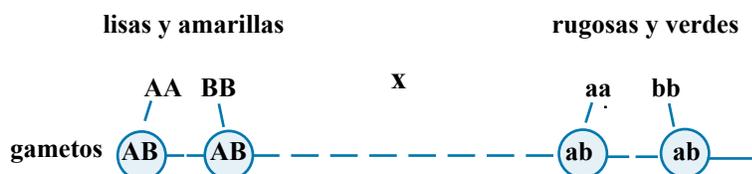


**fig.5.5** En la  $F_2$ , el carácter recesivo reaparece y se manifiesta.

**Cuando están presentes los dos factores, el dominante puede enmascarar al recesivo.**

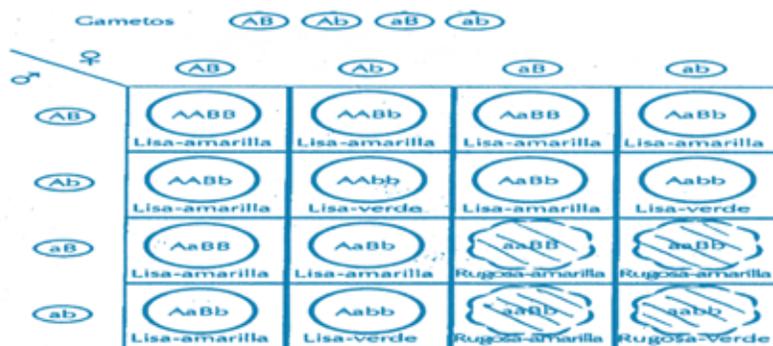
**Ley de la distribución independiente.** Mendel realizó cruces similares a los de su primer grupo de experimentos, pero en esta ocasión cruzó plantas con una pareja de caracteres diferenciales. Seleccionó plantas con semillas lisas (AA) y amarillas (BB) y plantas con semillas rugosas (aa) y verdes (bb). Los caracteres liso y amarillos son dominantes con relación a los rugosos y verdes.

En la formación de gametos, se observa que cada progenitor aporta un alelo de cada par: AB y ab.



Al producirse la fecundación (**fig.5.6**) se obtiene en toda la descendencia, genotipos **heterocigóticos** y **dihíbridos** Aa Bb. Fenotípicamente, las semillas obtenidas son todas semejantes al progenitor dominante, es decir semillas lisas y amarillas.

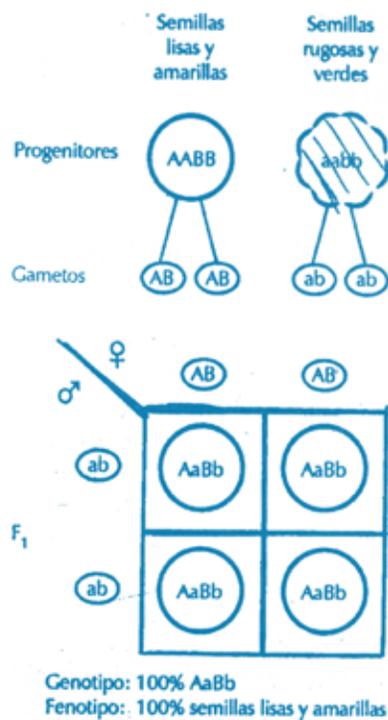
Posteriormente, sembró estas semillas dihíbridas de la F<sub>1</sub> y permitió la autofecundación como se puede observar en la cuadrícula de Punnett de la (**fig.5.7**).



**Fig.5.7 Cuadrícula de Punnett**

Al observar el fenotipo en la F<sub>2</sub>, se presentan: 9 semillas lisas y amarillas, 3 semillas lisas y verdes, 3 semillas rugosas y amarillas y 1 semilla rugosa y verde (9:3:3:1).

Todo esto demostró que los caracteres se separaban independientemente unos de otros.



**fig.5.6 En la F<sub>1</sub> del cruce dihíbrido, el carácter recesivo está oculto.**

La segunda ley de Mendel plantea que la distribución de un par de factores (genes), es independiente de la distribución del otro par, por lo que los alelos mantienen su independencia y se reparten al azar entre los descendientes.

## DOMINANCIA INCOMPLETA

En el cruce de algunos organismos como las plantas de maravilla (*Mirabilis Jalapa*), la herencia manifiesta no es dominante ni recesiva, sino incompleta. (fig.5.8).

Al cruzar flores rojas con flores blancas, resultan flores rosadas de manera que en la  $F_1$ , está apareciendo un nuevo **fenotipo intermedio**.

En la  $F_2$ , las proporciones genotípicas permanecen igual que en un cruce monohíbrido normal, pero el fenotipo manifiesta una proporción 1:2:1.

En la dominancia incompleta, el gen del carácter supuestamente dominante no se manifiesta totalmente como tal, en la codominancia, los dos genes se influyen mutuamente creando un fenotipo intermedio en los descendientes de la  $F_1$ .

## ALELOS MÚLTIPLES

Cuando estudiamos la transmisión de caracteres hereditarios, observamos que cada gen está formado por un par de alelos; no obstante en una población podemos encontrar más de dos alelos vinculados a un mismo gen.

Siempre que tres o más alelos determinan un carácter, estamos en presencia de **alelos múltiples**.

Esta nueva situación se puede observar cuando analizamos los tipos de sangre en el hombre (A, B, AB y O), que están determinados por un gen con tres alelos diferentes.

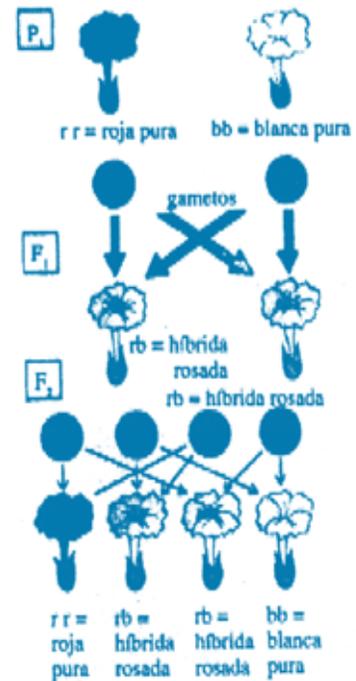


fig.5.8 Dominancia incompleta en las flores de maravilla

$I^A$  e  $I^B$  que son dominantes  
 $i$  que es recesivo

### Grupo sanguíneo

### Posibles combinaciones alélicas

A	$I^A I^A$ o $I^A i$
B	$I^B I^B$ o $I^B i$
AB	$I^A I^B$
O	$ii$

La determinación del grupo sanguíneo es importante a la hora de efectuar una transfusión, también se utiliza para conocer si un hombre podría ser el progenitor de un niño.

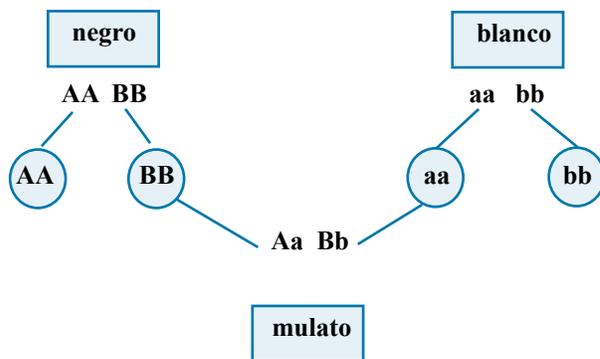
Tipos de sangre de los padres	Posibles tipos de sangre para el niño	Tipos de sangre no posibles para el niño
O x O	O	A, B, AB
O x A	O, A	B, AB
A x A	O, A	B, AB
O x B	O, B	A, AB
B x B	O, B	A, AB
A x B	O, A, B, AB	todos son posibles
O x AB	A, B	O, AB
A x AB	A, B, AB	O
B x AB	A, B, AB	O
AB x AB	A, B, AB	O

cuadro(5.1) Herencia en los tipos de sangre

## POLIGENIA

Es la modalidad de heredar un carácter a partir de varios pares de genes, tal es el caso de la estatura y el color de la piel de los hombres. En los animales, podemos citar entre otros caracteres, la capacidad de producir leche en los mamíferos y de producir huevos en las gallinas.

En estos casos, dos o más pares de genes, afectan un carácter determinado; esto se debe a la presencia de mayor o menor cantidad de **alelos dominantes**.



El mulato es más claro que el negro porque tiene dos alelos menos comprometidos con este color y a su vez es más oscuro que su progenitor blanco, porque éste no tiene ningún alelo para dicho color.

## PLEIOTROPÍA

Este fenómeno ocurre cuando a partir de un sólo par de alelos se evidencian un grupo de caracteres. Por ejemplo; en el caso del albinismo (**fig.5.9**) los individuos son afectados por la incidencia de un gen que determina el color del pelo, el color de los ojos y la piel.

## TEORÍA GENÉTICA DE LA HERENCIA

### DESARROLLO DE LA GENÉTICA

La **genética** es una **ciencia relativamente joven**. Los primeros aportes a esta rama de la biología se dieron con los conocimientos paulatinos de la célula, su núcleo y los cromosomas observados en el proceso de división celular.

Más tarde se supo que existían cromosomas responsables del sexo y se descubrió además que las células sexuales son haploides. Con el estudio de las moléculas del ADN, se comprendió mejor la duplicación del mismo y por tanto el funcionamiento de los genes. A partir de este momento se pudo comprobar el comportamiento del ARN en la síntesis de proteínas.

El desarrollo en este campo ha alcanzado tales niveles que hoy existe la ingeniería **genética** y se trabaja en el estudio del **mapa**



**fig.5.9** Expresión de albinismo.

a) Mono

b) Mapache

**cromosómico** de diferentes organismos para **mejorar razas** y **combatir enfermedades**.

## ESTRUCTURAS GENÉTICAS

En la transmisión de los caracteres hereditarios, participan un grupo de elementos estructurales de los organismos así como biomoléculas especializadas, las cuales estudiaremos en este capítulo.

**Cromosomas.** En el núcleo de la célula encontramos a los cromosomas, estos son estructuras dobles formadas por cuatro **cromátidas** que se llaman **tétradas** (fig.5.10). Estas cromátidas están unidas por el **centrómero**.

Los cromosomas contienen ADN, proteínas y protaminas. Los ADN, son los encargados de portar la información hereditaria.

El tamaño, la forma y el número de los cromosomas varía de una especie a otra. Los humanos poseen 46, los conejos 44 y los ratones 40.

Las diferencias que se presentan entre los individuos, están reguladas por el contenido de los cromosomas.

**Genes.** Están localizados en el cromosoma donde existe un lugar específico (locus) para cada uno. Los cromosomas son las **unidades básicas** de la herencia.

A la ubicación de los genes en los cromosomas se denomina **mapa genético** (fig.5.11).

Los genes existen en varias formas diferentes llamadas alelos y provocan o manifiestan determinado carácter de forma diferente cada uno; por ejemplo: en los chícharos el color verde de la vaina se debe a un gen en particular, sin embargo el color amarillo lo determina otra forma o alelo del mismo gen.

El gen, por lo tanto es la unidad funcional de la herencia, siendo la entidad más pequeña capaz de recombinarse durante el entrecruzamiento.

Hoy se conoce que el ADN, es la molécula responsable de la información genética. Una unidad funcional de ADN, forma el

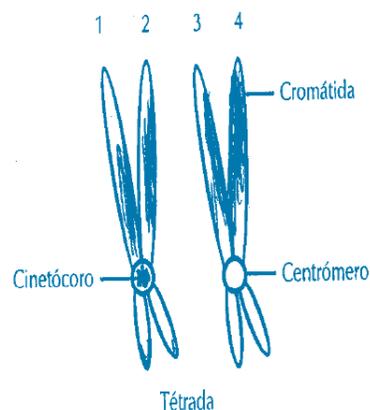


fig.5.10 Observación de cromosomas

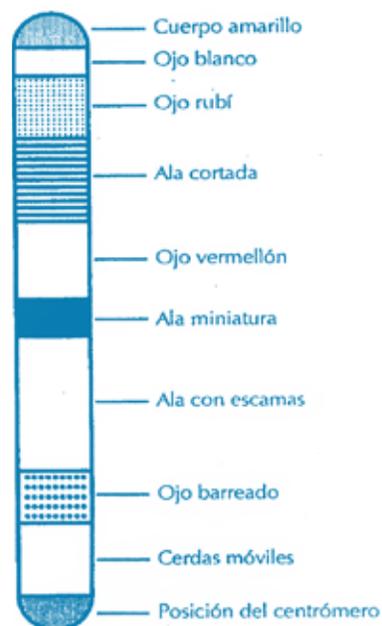


fig.5.11 Mapa genético del cromosoma de Drosophila

gen más conocido como **cistrón** (fig.5.12) que puede codificar la formación de un aminoácido o una proteína.

Cuando varias bases del cistrón mutan y provocan cambios fenotípicos, se consideran un **mutón**; si tenemos en cuenta que la alteración de una base puede producir cambios fenotípicos, es lógico pensar que el cistrón contiene centenares de **mutones**.

La porción del cistrón comprometida con el intercambio de información genética (recombinación) se llama **recón**.

Algunos segmentos del recón carecen de información; estos son los **intrones** y las bandas codificadas son los **exones**.

## DUPLICACIÓN DEL ADN

En capítulos anteriores, analizamos las características de los ácidos nucleicos: ADN y ARN, en estos momentos nos ocuparemos de estudiar su participación en la transmisión de la información genética.

En el momento de la **replicación**, las cadenas se separan al romperse los puntos de hidrógeno bajo la acción de la ADN polimerasa. Cada base de nucleótido libre, atrae a otro nucleótido (cuya base sea complementaria del medio celular).

Este acontecimiento, trae como resultado dos moléculas de ADN exactas a la original.

La **cromatina** que durante el proceso estuvo dispersa, se condensa y forma los **cromosomas** con sus respectivas cromátidas.

## CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El código del ADN, está formado por cuatro letras (la inicial de cada base nitrogenada).

Durante la meiosis es necesario transferir las características del progenitor al descendiente. En este sentido el **código genético** funciona como un “**plano**” pues el orden de las secuencias de bases nitrogenadas determina el tipo y el orden de **aminoácidos** de las proteínas de los nuevos individuos.

Un aminoácido está relacionado con varios **codones**, de manera que algunos **codones** se repiten y otros pueden no participar en la codificación.

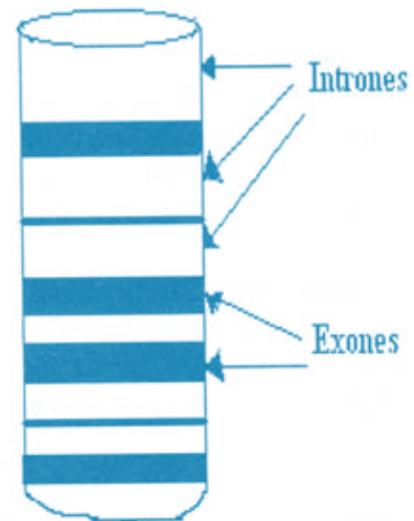


fig.5.12 Esquema de un gen o cistrón

**Francis Jacob** y **Jacques Monod** plantearon que de alguna manera tenía que existir una molécula transportadora de la información genética a los **ribosomas** productores de proteínas. De hecho sabemos que es el  $ARN_m$ .

El número, la secuencia y el tipo de aminoácidos en una proteína hacen que ésta sea única y distinta a los demás.

## SÍNTESIS DE PROTEÍNAS

Para la síntesis de proteínas, operan los sistemas de transcripción, traducción y traslocación de información (**fig.5.13**).

**Transcripción.** Ocurre en el núcleo, las dos cadenas de ADN se separan y los nucleótidos de ARN del núcleo, se aparean con las bases del ADN. Esta nueva molécula de  $ARN_m$  que es copia fiel del ADN, se separa formando una sóla cadena cuyos codones tienen la información idéntica a los ADN; es decir se produce la **transcripción** en la cual participa la RNA polimerasa.

A partir de este momento, el ARN se asocia a los ribosomas citoplasmáticos.

**Traducción.** En la célula, encontramos otros tipos de ARN como el  $ARN_t$ . Cada uno de estos ARN<sub>t</sub> (de transferencia), se combinan con un aminoácido específico por un extremo, en el otro extremo presenta un grupo de tres bases expuestas llamado anticodón que se acopla con la banda de  $ARN_m$  y de esta manera se transmite la información al ácido.

**Traslocación.** El  $ARN_t$  sin aminoácido, sale de su sitio y el siguiente triplete de  $ARN_m$ , se sitúa en el sitio vacío para enviar la información a otro aminoácido y así ocurre sucesivamente hasta formar la proteína.

Gracias a la existencia de tripletes “sin sentido”, la información se interrumpe.

## LA INGENIERÍA GENÉTICA

Si bien el descubrimiento de los genes revolucionó, el campo de las ciencias biológicas, el hombre no se contentó con conocer

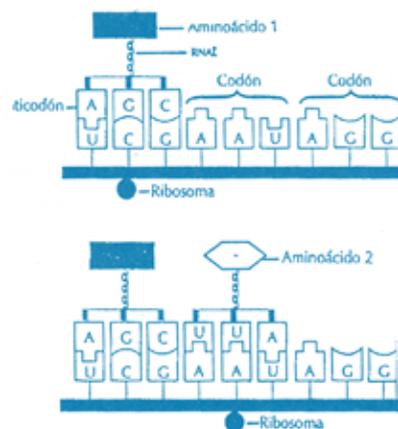
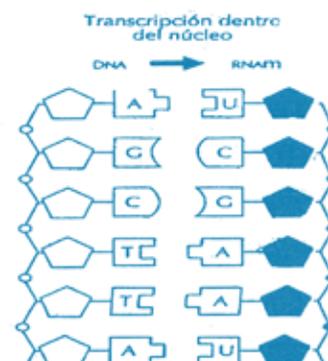


fig.5.13 (b) Traducción

estas pequeñas estructuras sino que por el contrario, inició un proceso de vinculación de la dinámica de los genes a diferentes actividades como la producción de alimentos, medicamentos y hormonas.

La **ingeniería genética** es una de las ramas más novedosas de nuestros días, en muchos países existen institutos de investigaciones biotecnológicas a partir de la genética.

El hombre ha logrado conocer muy bien la estructura y funcionamiento de los genes; lo cual ha permitido la clonación de segmentos de ADN y destruir o **controlar agentes patógenos**. Muchos problemas durante el proceso de fecundación y desarrollo de los humanos se han resuelto con la aplicación de técnicas genéticas.

En los tiempos más recientes, se habla de procesos tan controversiales como los de la obtención de **transgénicos**, los experimentos con el **genoma humano** y la clonación.

La publicación de la información sobre el primer mapa casi completo del **genoma humano**, marca un giro en la historia de la medicina moderna y el comienzo de una fuerte batalla comercial por el patentamiento de terapias y drogas vinculadas a estos conocimientos genéticos.

A partir del trazado del **mapa genético**, el conjunto de genes que determinan las características físicas y la predisposición de cada individuo a padecer de ciertas enfermedades, se abren enormes esperanzas médicas y económicas.

Los científicos consideran ya la posibilidad de identificar la tendencia que tiene cada persona a sufrir algunos males y así atacarlos aún antes de que se presenten. Enemigos como el **cáncer**, el **SIDA** y las **afecciones cardíacas** podrían ser en pocos años palabras del pasado.

Entre los datos mas interesantes obtenidos tras el análisis del **genoma humano** tenemos.

- Los seres humanos poseen entre 30 y 40 mil genes.
- De todos los genes del ser humano, sólo 300 no tienen una contraparte reconocible en el ratón.

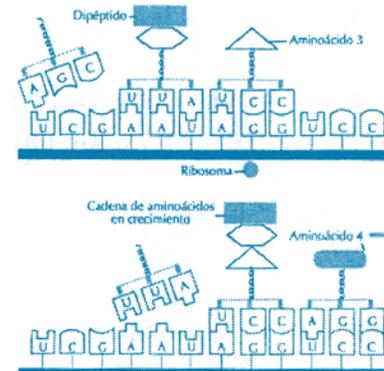


fig.5.13 (c) Traslocación

- La diferencia entre el ser humano y los otros seres vivos es que nuestros genes trabajan de manera diferente, ya que poseemos más genes de control.
- Hay 20 tipos de aminoácidos que al combinarse producen proteínas tan diferentes como la queratina del pelo y la hemoglobina de la sangre.

## HERENCIA HUMANA

Desde el punto de vista genético en los humanos al igual que otros organismos dióicos, el sexo es un carácter fenotipo cuya expresión está dada en el dimorfismo sexual es decir se comportan como macho o como hembras.

La reproducción sexual es muy significativa por ser la principal fuente de variabilidad por cuanto permite una gran diversidad de genotipos.

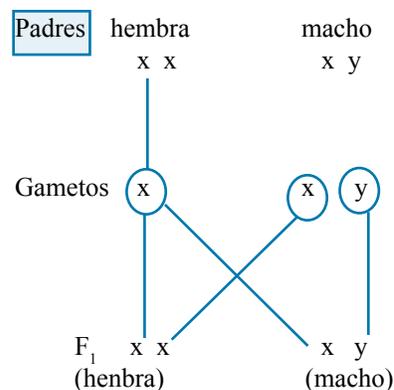
## DETERMINACIÓN DEL SEXO

Si bien es cierto que la dotación cromosómica de las células de un individuo es diploide, los gametos gracias a la meiosis son haploides.

El ser humano posee 46 cromosomas, 44 de ellos somáticos (autosomas) y dos son cromosomas sexuales. El **cariotipo** masculino es 44xy, en el caso del cariotipo femenino sería 44xx. De manera que las células sexuales pueden ser 22x ó 22y. Durante la fecundación, si el hombre aporta el cromosoma el x, el resultado sería **xx** femenino y si aporta el cromosoma (y), la descendencia sería un masculino xy; esto teniendo en cuenta que la hembra siempre aportará el cromosoma x. (**fig.5.14**).

A partir de este análisis, podemos establecer dos condiciones importantes:

- El hombre es responsable de la definición del sexo en la descendencia.
- La probabilidad de que surja un individuo masculino o femenino es del 50%.



**fig.5.14 Método xy de terminación del sexo en humanos**

La implicancia de los cromosomas en la determinación del sexo sufre variaciones de una especie a otra (**cuadro 5.2**).

En todos los individuos el sexo esta determinado genéticamente, sin embargo sus caracteres definitivos pueden ser alterados bajo los efectos de las hormonas.

Organismo	Macho	Hembra
Humanos	xy	xx
Aves	xx	xy
Mariposas	xx	x
Prosophila	x	xx

**Cuadro 5.2 Cromosomas sexuales**

Existen casos en los cuales la determinación del sexo está dada por el efecto de estímulos ambientales como ocurre en algunos moluscos (caracoles marinos) donde la formación de las hembras depende de que los óvulos fecundados se desarrollan aislados pues si se desarrollan en la hembra, los descendientes serán machos.

## LA HERENCIA LIGADA AL SEXO

A partir de los experimentos del científico norteamericano Thomas Morgan (1866 – 1945) también se hizo evidente que los progenitores transmitían ciertos rasgos a sus descendientes por vía de los **cromosomas sexuales**.

En el hombre alrededor de 60 genes se heredan relacionados con el cromosoma x, entre ellos los que transmiten la hemofilia, la ceguera para los colores, la distrofia muscular, etc.

Determinados caracteres están relacionados solamente con el cromosoma (y) por tanto su efecto sólo se observa en los hombres, tal es el caso de sinfisis membranosa de los dedos del pie.

**Hemofilia.** Esta enfermedad se manifiesta en la dificultad para coagular la sangre y por lo tanto la ocurrencia de frecuentes hemorragias.

La hemofilia esta determinada por un gen recesivo (**h**). El gen para la no hemofilia se representa por (**H**). Teniendo en cuenta las características de los cromosomas sexuales en las mujeres puede darse tres combinaciones de genes hemofílicos (**fig.5.15**).

La mujeres sólo serán hemofílicas cuando sus cromosomas tengan dos genes recesivos hh.

En el caso que sea homocigótico HH, también será normal, sin embargo de presentarse Hh será normal pero portadora para con sus descendientes.

P <sub>1</sub>	XH Xh (portadora)		XHy (Normal)
	XH	Xh	
XH	XHXH	XHXh	
y	XHy	Xhy	←hijo hemofílico

En el caso de los varones, el cromosoma y al ser más corto, carece de algunos genes que si aparecen en el x; por lo tanto en el varón siempre se manifiestan los caracteres inducidos por el cromosoma x a pesar de que sean dominantes o recesivos por cuanto no tienen un gen opuesto (**fig.5.16**).

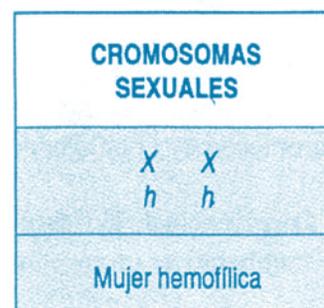
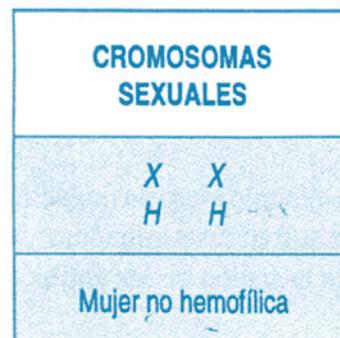
Con relación a la hemofilia podemos concluir que:

- Un hombre siempre hereda la hemofilia de su madre, porque de ella obtiene su cromosoma sexual x.

Una mujer sólo padecerá la hemofilia si su padre es hemofílico y su madre es hemofílica o portadora de la enfermedad.

**Daltonismo.** Esta enfermedad se caracteriza porque la persona afectada no distingue los colores verde y rojo. La información para visión afectada o normal, se encuentra sólo en los cromosomas (x) de manera que se transmite de forma similar a la hemofilia.

- Un hombre siempre hereda de su madre el daltonismo porque de ella obtiene su cromosoma x.
- Una mujer es daltónica siempre que su padre lo sea y su madre también o al menos portadora.



**fig.5.15** Caracter hemofílico  
 a) Mujer no hemofílica.  
 b) Mujer no hemofílica.  
 c)Mujer hemofílica.

El daltonismo y la hemofilia son transmitidas de padres a hijos de forma directa sin embargo en el caso de otras enfermedades también consideradas hereditarias como la **miopía**, la **diabetes** y el **alcoholismo** lo que se transmite es la predisposición a contraer la enfermedad.

## MUTACIONES

Se denomina mutación a todo cambio que se produzca en cualquiera de los caracteres hereditarios de un individuo. Este fenómeno es muy frecuente pero no siempre significativo para el individuo que lo experimenta (mutante).

Un ejemplo claro de mutación esta dado por los múltiples cambios que sufren determinados microorganismos patógenos que mutan ante la acción de los antibióticos y ofrecen resistencia al mismo.

## CLASIFICACIÓN DE LAS MUTACIONES

**Mutaciones génicas o puntuales (Albinismo, hemofilia y daltonismo).** Son cambios que ocurren en el gen a partir de la sustitución de una base nitrogenada. (fig.5.17).

**Cambios estructurales en el cromosoma (Síndrome del maullido de gato, leucemia mielogénica).** Ocasionalmente se producen roturas y reuniones anómalas e intercambio de fragmentos en la estructura del cromosoma. Este puede provocar las siguientes situaciones:

- Deficiencia o delección.** Es la pérdida de un fragmento de cromosoma con la consiguiente pérdida de genes.
- Inversión.** Consiste en la inversión de un fragmento de cromosomas y por lo tanto la alteración del orden de los Genes.
- Duplicación.** En este caso, ocurre la repetición de un fragmento de cromosoma, normalmente en serie.
- Traslocación.** Es la traslocación de un fragmento de cromosoma a otro.

**Mutaciones genómicas (Síndrome de Dawn, síndrome de Turner, síndrome de Klinefelter).** Son variaciones en el número

CROMOSOMAS SEXUALES	
X	Y
H	no tiene gen opuesto
Varón no hemofílico	

CROMOSOMAS SEXUALES	
X	Y
h	no tiene gen opuesto
Varón hemofílico	

fig.5.16 Manifestaciones de la hemofilia en el varón.

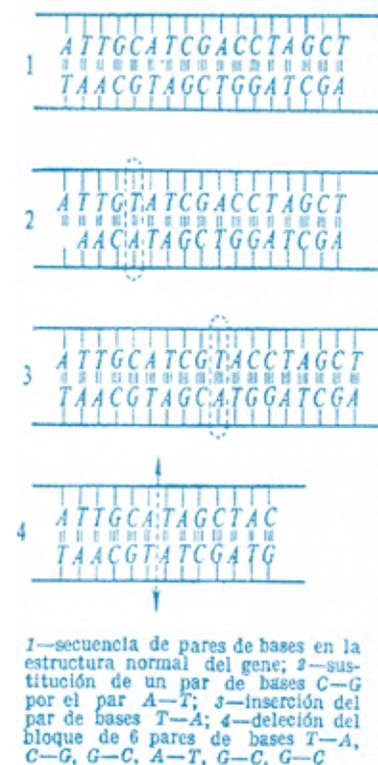


fig.5.17 Tipos de mutaciones

de cromosomas; esto puede ocurrir por fusión céntrica o por escisión céntrica o no disyunción en la meiosis.

**Euploidía.** Se presentan cambios en el número de dotaciones haploides de un individuo que podrá ser **monoploide**, **triploide** o **tetraploide**.

**Aneuploidía.** Consiste en la alteración de la dotación cromosómica por exceso o por defecto. Cuando la célula posee menos cromosomas se denomina **hipoploide** y cuando existe algún cromosoma de más, la célula se considera **hiperploide**. (fig.5.18).

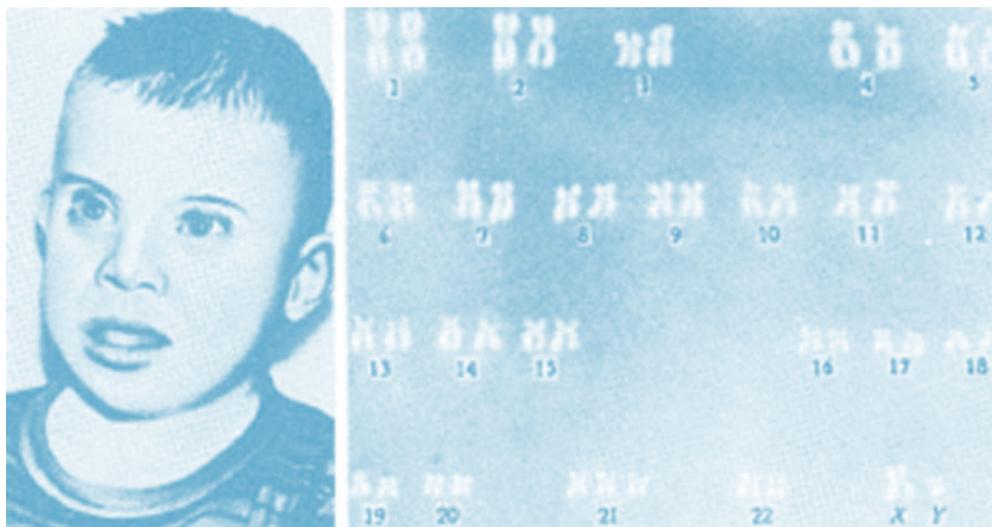


fig.5.18 (a) Síndrome de Down

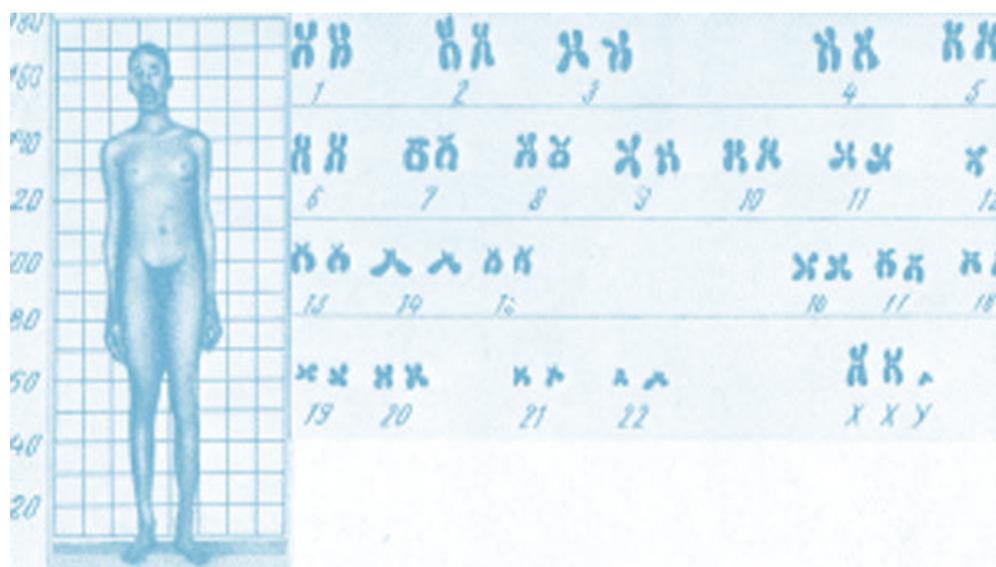
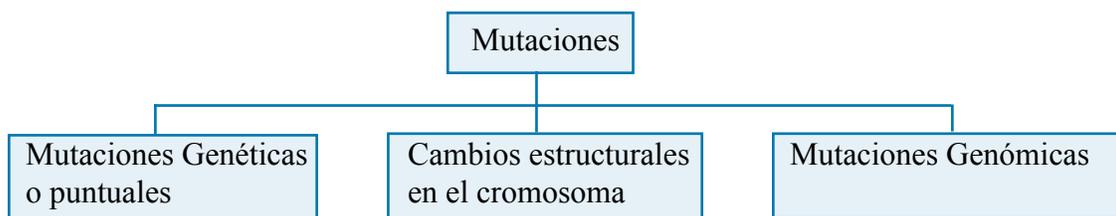


fig.5.18 (b) Síndrome de Klinefelter

## EN RESUMEN

- La Genética es la rama de las ciencias biológicas que estudia las leyes que rigen la herencia y la variación en los seres vivos.
- Los genes son la unidad fundamental de la herencia por cuanto ellos contienen a los ácidos nucleicos encargados de almacenar y transmitir la “clave” de la información genética.
- El genotipo esta dado por el conjunto de genes de un individuo, su información genotípica se observa en el fenotipo del portador.
- Gregorio Mendel aportó dos importantes postulados a la genética; la **ley de la segregación** y la **ley de la distribución independiente**.
- En el Proceso de Interacción de los genes, se manifiesta eventos como la **dominancia incompleta**, el **multialelismo**, la **poligenia** y la **pleiotropía**.
- El código genético funciona como un plano que rige la secuencia de las bases.
- En la síntesis de proteínas se producen tres etapas básicas:
  - Transcripción de la información (en el núcleo).
  - Traducción (en el ribosoma).
  - Traslocación (en el ribosoma).
- En los humanos los cromosomas sexuales femeninos están representados por xx y los masculinos por xy.
- Existen un grupo de caracteres que se heredan, ligados al sexo, tal es el caso de la Hemofilia, el Daltonismo y la Diabetes.

Se denominan mutaciones a todos los cambios que se operan en cualquiera de los caracteres hereditarios y se clasifican de la siguiente manera:



## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

I. Define los siguientes conceptos

- Gen dominante
- Alelo
- Carácter dominante
- Genotipo
- Fenotipo
- Cariotipo
- Cruce dihíbrido

II. Realiza un pequeño resumen sobre las leyes de Mendel

III. Resuelve los siguientes problemas (cruce monohíbrido y dihíbrido)

- a) Si (A) significa color del pelo moreno y (a) color de pelo rubio. ¿Qué color de pelo tendrá los individuos de la F<sub>1</sub> y la F<sub>2</sub> en el siguiente cruzamiento.

**AA x aa**

- b) Hállese el genotipo y el fenotipo de la primera y segunda generación en el cruce de semillas amarillas y redondas (AARR) homocigotas dominantes con semillas verdes rugosas (aabb) homocigotas.

IV. Al cruzar variedades blancas y rojas de maravilla, se obtiene un fenotipo rosado (intermedio). ¿Cómo se denomina este fenómeno genético?.

Completa el siguiente cuadro.

Grupo sanguíneo	Posibles combinaciones alélicas
A	
AB	
O	

- I. ¿Qué explicación genética puedes dar a la obtención de un individuo mulato?.
- II. ¿Qué papel juegan el ADN, e ARN en la síntesis de proteínas?.

III. Con relación a la herencia ligada al sexo responde

a) ¿Qué posibilidad tiene un hombre de ser hemofílico si su madre lo era?.

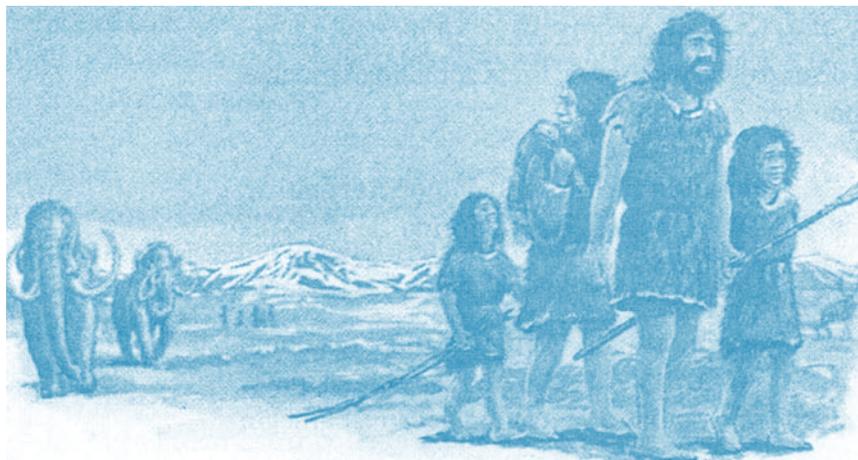
b) ¿Podría una mujer ser daltónica si su padre no lo era?.

IV. Cita dos ejemplos de mutaciones **genómicas** por **aneuploidia**.

## CAPÍTULO VI

### ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA VIDA

- El origen de la vida.
- Evolución de los seres vivos.
- Aportes de otras ramas biológicas a la evolución.
- La Evolución Humana.
- Las razas actuales.



#### ! Al finalizar el capítulo el estudiante

- ◆ Conocerá las principales teorías que explican el origen de la vida.
- ◆ Diferenciará las diversas eras, períodos y épocas de la historia de la tierra y los seres vivos.
- ◆ Analizará la relación existente entre la evolución y la selección natural.
- ◆ Valorará los aportes de otras ciencias al desarrollo de la teoría evolucionista.
- ◆ Identificará los diversos grupos que antecedieron al origen del hombre actual.
- ◆ Analizará los avances morfofisiológicos que se observan en el homo sapiens

#### ?

- ◆ ¿Con relación a la teoría de la generación espontánea responde:  
a) ¿Qué planteaba esta teoría?  
b) ¿Cómo fue refutada?.
- ◆ Explica brevemente lo planteado por Alexander I. Oparin con relación al origen de la vida.
- ◆ ¿Cuáles son las principales características de la Era Cenozoica?
- ◆ ¿Cuáles fueron los aportes de Darwin?. Menciona los puntos clave de la teoría de la evolución.
- ◆ ¿Por qué decimos que la anatomía comparada ayudó a definir el proceso evolutivo?.
- ◆ Menciona las principales características presentes en el homo habilis.

## EL ORIGEN DE LA VIDA

Descifrar los secretos relacionados con el origen de la vida, no ha sido tarea fácil para los hombres de ciencia. Muchas teorías se han planteado al respecto a partir de puntos de vista mitológico, religiosos o científicos .

### PRINCIPALES TEORÍAS

**El creacionismo.** Esta teoría plantea la creación de todo lo que existe como obra de uno o varios **dioses**. En la actualidad muchas religiones sostienen esta posición.

**La panspermia.** Esta propuesta fue presentada por **Arrhenius**. Argumenta que la vida llegó a la tierra en forma de **esporas** provenientes del espacio exterior.

**Teoría de la generación espontánea.** Antiguos filósofos como **Tales de Mileto**, **Anaximandro** y **Anaximenes**, sostenían que la vida en el universo se formó por la combinación del aire, el fuego, el agua y la tierra.

**Aristóteles (fig.6.1)** propuso el origen espontáneo de gusanos, insectos y peces a partir de sustancias como el sudor y la humedad bajo la acción de una fuerza **entelequia** que las activaba.

La idea de Aristóteles, tuvo eco en otros hombres de ciencia de la época como el holandés **Johann Helmont** quien propuso una receta para generar ratones.

**Helmont** planteaba que muchos **ectoparásitos** como los piojos, las garrapatas y las pulgas, nacían a partir de **nuestras entrañas** y **excrementos**. Por ejemplo: “Si colocamos ropa sudada en un recipiente junto con una porción de trigo, este último se transforma en ratones”. Estos ratones se podían cruzar con ratones comunes.

**Francisco Redi** fue un médico italiano que refutó la **generación espontánea**. Colocó trozos de carne en tres recipientes iguales. El primero lo cerró herméticamente, el segundo lo cubrió con una gasa y el tercero lo dejó descubierto.

Como resultado de este experimento pudo observar que en el frasco tapado la carne estaba podrida pero sin gusanos; en el segundo encontró huevecillos de mosca sobre la tela y en el



fig.6.1 Aristóteles

tercer frasco, habían muchas larvas y moscas y llegó a la conclusión de que los gusanos de la carne son larvas de mosca cuyos huevos son depositados en la carne. De esta manera puso en evidencia la falsedad de la **generación espontánea**. (fig.6.2).

**Lazaw Spallanzan** (científico Italiano) demostró con sus experimentos que los organismos dispersos en el aire, pueden **contaminar** los cultivos; además la mayoría de estos microorganismos son resistentes al calor.

En 1862, el sabio francés Louis Pasteur, pensaba que los causantes de la putrefacción de la materia orgánica eran precisamente los organismos que se encontraban en el aire.

**Pasteur** utilizó un matraz con “cuello de cisne” donde hirvió **líquido nutritivo** para **esterelizarlo** y observó que en el cuello del matraz quedaban detenidos los microorganismos y por lo tanto la putrefacción de la sustancia no se daba. Al romper los cuellos de cisne, se permite el paso de los microorganismos y por lo tanto la descomposición de la sustancia nutritiva.

Este experimento de Pasteur, demostró categóricamente que la teoría de la generación espontánea era equivocada.

**Teoría de Oparin**. Esta teoría conocida como la **teoría del origen físicoquímico de la vida**, plantea que al ser afectadas las sustancias iniciales que existían en los mares primitivos, por la acción de la temperatura y las radiaciones existentes en ese momento; se combinaron y dieron origen a los **seres vivos**.

El científico ruso Alexander I. Oparin (fig.6.3) en su libro “El origen de la vida”, plantea que la atmósfera primitiva era muy diferente en cuanto a materiales y condiciones, pues carecía de oxígeno libre. No obstante tenía sustancias como el **hidrógeno**, el **metano** y el **amoníaco**. Estas sustancias reaccionaron bajo la acción de la energía solar, la actividad eléctrica atmosférica y la actividad de los volcanes dando origen a los **seres vivos**. A esta teoría se le sumaron los aportes del biólogo inglés **John B.S. Haldane**.

**Los primeros organismos**. Los elementos primitivos se combinaron para formar compuestos como los **carbohidratos**, las **proteínas** y los **aminoácidos**. Estos compuestos se acumularon en el mar y al unirse formaron un sistema microscópico de agua y otras sustancias disueltas, las que denominaron coaservado.



fig.6.2 El experimento de Redi, permitió refutar la teoría de la generación espontánea.

Oparin demostró que en el interior de un **coaservado** ocurren reacciones químicas que forman sistemas más o menos complejos.

El intercambio con el medio permitió que los **sistemas pre-celulares** se hicieran más complejos y se transformaran en seres vivos.

Los **protobiontes** dieron lugar a los **eurobiontes** que ya eran células y por tanto seres vivos, que por supuesto tenían características muy primitivas comparadas con las formas de vida que existen en la actualidad. Estos seres primitivos eran capaces de **alimentarse, crecer y multiplicarse**.

**Experimento de Miller – Urey (fig.6.4).** En 1953, los científicos **Stanley L. Miller** y **Harold C. Urey** colocaron una mezcla de **hidrógeno, metano** y **amoníaco** en un matraz al que le llegaba vapor de agua y le aplicaron descargas eléctricas durante una semana. Al analizarse el agua condensada, se encontraron formados cuatro aminoácidos muy importantes como: **glicina, alanina, ácido aspártico** y **ácido glutámico**; los cuales están relacionados con las proteínas de los seres vivos.

En este experimento, también se encontró la formación de **ácidos grasos** y otros compuestos orgánicos. De esta forma quedó demostrado que los compuestos fundamentales de la vida (biomoléculas) pueden originarse a partir de elementos biogénicos.

## LAS ERAS GEOLÓGICAS

Para su mejor estudio, la historia de la tierra se ha dividido en **eras**, las cuales pueden estar subdivididas en **períodos** y **épocas**.

**Era Prefanerozoica o Precámbrica.** Se caracterizó por la ocurrencia de muchas **glaciaciones**. Existieron organismos semejantes a las bacterias y a las algas verde – azules.

**Era Paleozoica. (fig.6.5).** Comprende los siguientes períodos:

- a) **Cámbrico.** El planeta se presenta como un gran océano por el predominio de las aguas. Por tal motivo existían muchos organismos acuáticos como: **tribolites, caracoles** y **gusanos**.
- b) **Ordovícico.** Se caracterizó por la gran actividad **orogénica** y **volcánica**, surgen los **caracoles** y **peces primitivos**.

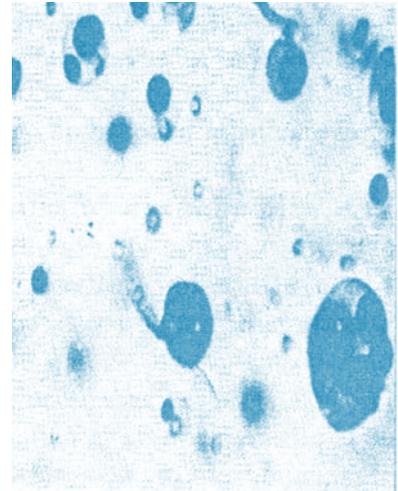


fig.6.3 Alexander I, Oparin, Postuló la Teoría Físico Química de la vida.

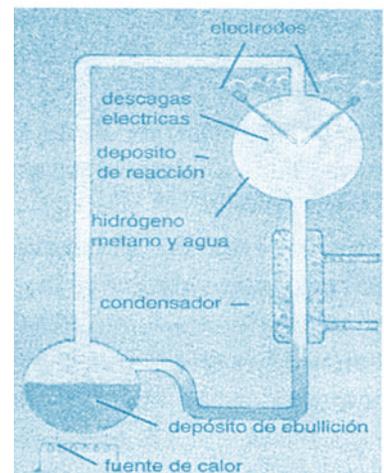


fig.6.4 Representación del experimento de Miller.

- c) **Silúrico**. La tierra continua sus eventos orogénicos, aparecen los organismos **invertebrados** en el mar (corales, escorpiones de mar, etc.) así como las primeras plantas y animales terrestres.
- d) **Devónico**. Existió una abundante vegetación terrestre, fundamentalmente helechos y coníferas. Surgen los primeros anfibios a partir de la evolución adaptativa de los peces.
- e) **Carbonífero**. Se caracterizó por un **clima húmedo**, abundaron los **pantanos**; fauna marina muy diversa: **peces** y **tiburones**. Una flora rica en **licopodios**, **helechos**, **equisetos** y algunos **pinos**.
- f. **Pérmico (fig.6.6)**. Caracterizado por poseer un clima muy duro, donde predominaron las **zonas áridas** y las **zonas de nieve** producidas por una gran glaciación. Se extendió por dos épocas **penisilvánico** y **misisípico**.

Este período se caracterizó por la abundancia de **insectos** y por el desarrollo alcanzado por los **reptiles**.

**Era mesozoica (fig.6.7)**. En esta era, existieron grandes reptiles;comprendió los siguientes períodos:

- a) **Triásico**. Presentó un **clima árido**, con temperaturas templadas, existieron **helechos** y **pinos**, se produjo una rápida evolución de animales vertebrados terrestres y aparecen los **dinosaurios**, en el mar surgen grandes reptiles.
- b) **Jurásico**. Clima frío, bosques con **pinos** y **helechos arborescentes**. Existían muchos **insectos** y **aves**, aunque predominaban por su tamaño y diversidad los **reptiles**.
- c) **Cretácico (fig.6.7)**. Se originan las montañas rocallosas como consecuencia de la continua actividad, la flora era muy parecida a la actual. Se extinguieron los **dinosaurios** y a partir de la evolución de las **aves**, se forman los **mamíferos**.

**Era Cenozoica**. El planeta adopta una configuración muy parecida a la actual esta era contó con dos períodos:



a)



b)

**fig.6.5 Vistas de la era Paliozoica.**  
a) Bosque Carbonífero  
b) Paisaje del Período Pérmico.

a). **Período Terciario.** Está subdividido en cinco épocas.

- **Paleoceno.** Continúa la actividad progénica, se desarrollan las plantas con flores y abundan los mamíferos.
- **Eoceno.** En esta época quedan formados los océanos **Atlántico** e **Índico**, se diversifican los peces y aparece el antepasado del **caballo**, el **rinoceronte**, **camellos**, **cocodrilos**, **aves de rapiña** y **aves marinas** entre otros grupos de especies.
- **Oligoceno.** En esta época, se formaron las **cordilleras de los Andes y los Alpes**. La flora y la fauna eran muy semejantes a las actuales. Abundaban mamíferos como: **caballos**, **rinocerontes**, **camellos**, **conejos** y **monos antropomorfos**.
- **Mioceno.** Conocida como la época de oro de los mamíferos, surgen **antropoides** semejantes al gorila. Aparecen el **precónsul** y el **Driopithecus**.
- **Plioceno.** Los continentes y los mares, adoptan la forma actual. Aparecen los **australopitecos**.

b). **Período cuaternario.** Comprende dos épocas.

- **Pleistoceno (fig.6.8).** Gran parte del planeta quedó ocupado por el hielo de **grandes glaciaciones**. Se desarrollaron los bosques modernos y los mamíferos. Aparece el **Homosapiens**, es decir el hombre actual.
- **Holoceno.** Época actual, ocurre la última glaciación y el clima se torna cálido. **En esta época el hombre cultiva la tierra y domestica a los animales.**

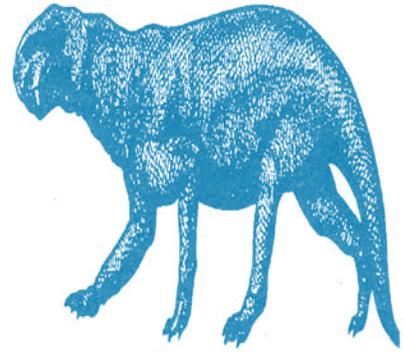


fig.6.6 Reptil (clycaenops)  
Pertenece al final del Pérmico,

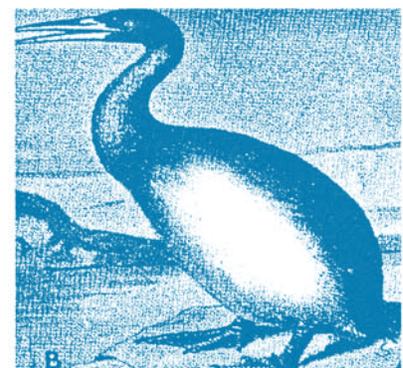


fig.6.7 Aves de la Era Mesozoica.  
a) Archaeopteryx  
b) Ave Palmípeda del Cretácico  
(Tomado de Claude A. Villee: Biología. pág.745)

## EVOLUCIÓN DE LOS SERES VIVOS

Los seres vivos pueden sufrir cambios repentinos, causados por enfermedades o impactos ambientales muy fuertes; estas transformaciones generalmente son temporales, y no tienen mucha implicancia para los descendientes.

La evolución por su parte consiste en una secuencia de cambios que se dan de forma gradual en el tiempo y afectan a muchos integrantes de una especie determinada cuyas características morfofisiológicas y conductuales cambian definitivamente.

## PRIMERAS IDEAS EVOLUCIONISTAS

Con relación a la dinámica del proceso evolutivo, en el hombre siempre ha existido la curiosidad y la necesidad de entender este fenómeno.

**Aristóteles.** Pensaba que los seres vivos siempre habían existido con sus formas y características actuales.

**Empédocles.** Planteaba que en el universo existía, un gran almacén de órganos como: brazos, piernas, ojos, etc,. Estos órganos según él, se combinaban y formaban diferentes organismos.

Una teoría que ha sido aceptada durante muchos años es la del creacionismo. Según los cristianos y otros religiosos, la vida es obra de la creación divina de manera que todos los seres vivos fueron creados por Dios.

Desde la época de Linneo, se aceptaba que se producían algunos cambios ligeros en los seres vivos creados por Dios; esta teoría se llamó **fijismo**.

Otros científicos aunque no refutaban la existencia de un ser supremo, experimentaban muchas contradicciones al encontrar fósiles de seres muy diferentes a los de su época.

Con la aparición de nuevos fósiles (**fig.6.9**) y muchas nuevas especies, producto de múltiples expediciones realizadas por naturalistas de la época, afloraron otras teorías.

**El Conde de Buffon (George Louis Lecler). (fig.6.10).** Planteaba que todos los organismos vivían de forma armónica y que algunas especies se podían originar a partir de la degeneración de otras. Según Buffon, la degeneración de caballo en burro era un ejemplo de evolución formadora de nuevas especies. Aunque sus teorías no fueron muy convincentes, tiene el mérito de haber sido el primero escribir sobre la evolución.



**fig.6.8 Restauración de una escena del Pleistoceno. (Tomado de Claude A. Villee: Biología, pág.148).**

**Jean Baptiste Pierre Antonie de Monet.** Más conocido como el caballero de Lamarck, planteaba la capacidad de los seres vivos para **transmitir** a sus descendientes los **caracteres adquiridos** por determinado individuo.

Esta teoría fue ejemplificada por **Lamarck** al plantear que las jirafas al inicio tenían todo su cuello corto, ante la necesidad de alimentos y al verse obligadas a consumir el follaje cada vez más alto de los árboles, fueron estirando su cuello poco a poco y se convirtieron en jirafas de cuello largo. Cuando estas jirafas tuvieron sus hijos, les transmitieron estos cambios de generación en generación (**fig.6.11**).

Aunque esta teoría era realmente errónea, sin embargo las ideas de **Lamarck** motivaron a los científicos en el tema de la evolución.

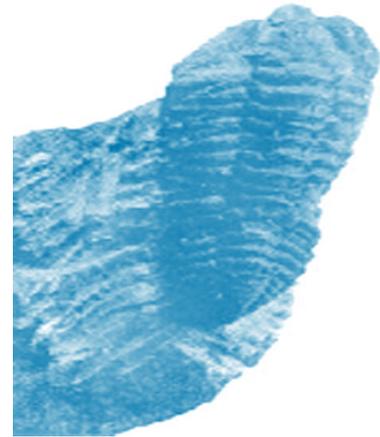
**Charles Lvell.** Científico – británico, revolucionó las ideas de la época al publicar su obra “**Principios de geología**”, donde propuso que la edad de la tierra era de unos cuatro o cinco mil millones de años. Con este planteamiento se reafirmaba la posibilidad de que en tantos años, las especies hubieran experimentado muchos cambios. Esta forma de pensar donde se **acepta el cambio**, fue “**revolucionaria**” para la época.

## DARWIN Y EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

**Charles Darwin**, luego de sus experiencias a bordo del barco **Beagle** por casi todo el mundo, se dedicó a plasmar las ideas y vivencias de su viaje. El tema central de su trabajo fue la **diversidad** y la **variación** de las especies durante su viaje observó una gran **diversidad de especies (fig.6.12)** además, que entre ellas como era el caso de la tortuga de las galápagos, se presentaban **notables diferencias**. Darwin escribe varios libros pero su obra “**El origen de las especies**” sintetiza todo su esfuerzo.

En forma independiente, pero con muchos puntos en común con Darwin, el científico naturalista **Alfred Russel Wallace** también trabajó en este tema de la **selección natural**.

La **selección natural** es el proceso biológico que ha hecho posible que en la lucha por la vida solo puedan sobrevivir los individuos



**fig.6.9 El descubrimiento de Fósiles estimuló a los hombres de Ciencia en el tema de la evolución.**



**fig.6.10 El Conde de Buffon.**

más **fuertes** o mejor **adaptados** a las condiciones ambientales. La selección natural está actuando constantemente para **asegurar** o **terminar** con la existencia de una **especie**.

A **Darwin** siempre le llamó la atención el número más o menos constante de animales en una población. Con todas sus experiencias, pudo concluir que aquellos organismos cuyas características les daban ventajas para conseguir alimentos, defenderse de sus enemigos y conseguir un lugar para vivir podían perdurar en el tiempo, mientras otros morían ante las adversidades.

A las diferencias existentes entre individuos de una misma especie, se le dio el nombre de **variabilidad**.

Un ejemplo que aporta claras evidencias de la **fuerza evolutiva**, es el del **melanismo industrial** (fig.6.13) que se dio en las zonas industriales de Inglaterra. Sucede que en 1850, todas las **mariposas de polillas** de la zona eran de **color pardo** y sólo pocas especies presentaban el **color negro**. Como consecuencia de la gran actividad industrial de la zona, el hollín negro oscureció las casas, los árboles y simultáneamente comenzaron a desaparecer las polillas **pardas**, de tal forma que en 1990 las **negras** constituían el 99% del total de la especie en la zona. En este caso ocurre que las mariposas **pardas**, por un problema de contraste se hicieron más **vulnerables** por cuanto sus **depredadores** las podían localizar fácilmente y por ello fueron casi exterminadas; de manera que predominaron las negras que en este caso resultaron **mejor adaptadas**.

## ASPECTOS BÁSICOS DE LA TEORÍA EVOLUCIONISTA

El origen de las especies tienen tres aspectos muy importantes, a los cuales nos referimos a continuación:

**La variabilidad.** Entre individuos de una misma especie, se pueden encontrar **características diferenciales**. Para que la **variabilidad** se manifieste, deben incidir diferentes factores como:

- a) Los **factores hereditarios**, que vienen ligados genéticamente al individuo y que por tanto son **heredados** por las nuevas generaciones.

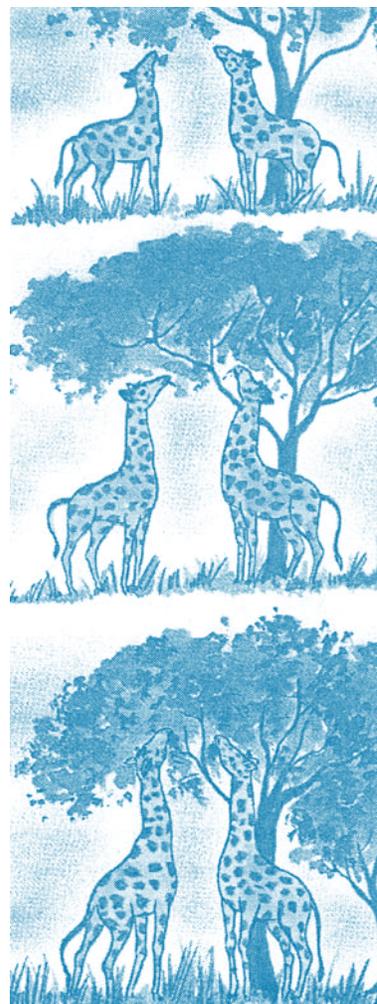


fig.6.11 Lamarck trató de explicar la evolución mediante supuestos cambios en el cuello de las jirafas.

- b) Los efectos de los **factores ambientales** sobre los organismos, este factor se pone de manifiesto al analizar las **diferencias fenotípicas** entre miembros de una misma **especie** que viven en zonas climáticas diferentes; tal es el caso de las diferentes variedades de **osos**.

En la **especie humana**, se observan marcadas diferencias en el color de la piel la forma de la nariz y otras características físicas al comparar por ejemplo un  **europeo**  con un  **africano** .

Los trabajos de **Darwin**, permitieron explicar el **origen de las especies** a través del tiempo, a lo cual se llamó **especiación**.

- c) **La sobrevivencia de la descendencia (fig.6.14)**. La mayoría de las **plantas** y los **animales**, tienen la capacidad de **procrear** un gran número de **descendientes** y de esta forma garantizar que una buena parte de éstos **sobrevivan**. Para ejemplificar esta afirmación, basta observar la gran cantidad de **huevos** que ponen las **tortugas**, cuyos descendientes son extremadamente vulnerables en sus primeros estadios de vida.

- d) **La competencia** que existe entre los organismos por el alimento y el espacio, permite que perduren los más fuertes y transmitan sus potencialidades a la población que por tanto se fortalece.

Analizando todo lo anteriormente expuesto, se puede concluir que la **selección natural** y la **variabilidad** han sido los motores del **proceso evolutivo**.



fig.6.12 Durante su viaje Darwin observó fósiles de mamíferos extintos.

## EVOLUCIÓN: DIVERSIDAD Y ADAPTACIÓN

**Diversidad.** A partir de un mismo **organismo** y bajo diferentes **condiciones**, se observan **descendientes diferentes** al **progenitor** y a otros descendientes de su propia **especie**. Este proceso evolutivo que duró miles de años, implicó un considerable incremento de la **diversidad de los seres vivos**.

**La adaptación.** A través del tiempo, los organismos han sufrido modificaciones que les han permitido soportar los cambios ambientales tal y como ejemplificamos a continuación:

a) **Adaptaciones al medio acuático. (fig.6.15 a y b).**

- Algunos organismos como las **esponjas** y los **corales**, obtienen el oxígeno del agua mediante **membranas especializadas**. Los **moluscos**, **equinodermos** y **peces** por **branquias**; los integrantes de otras especies que viven en la orilla, pueden respirar por **pulmones**.
- Los animales acuáticos poseen **poco peso** para poder flotar. Además poseen estructuras para nadar y su cuerpo de forma **aerodinámica**, corta perfectamente el agua.
- Muchos de estos organismos acuáticos, poseen **escamas** que le protegen de la **fricción** con el **agua**.
- La mayoría de los **peces** que viven en las grandes profundidades, poseen **aditamentos luminosos** para atraer a sus presas.



fig.6.13 Las Polillas Pardas fueron un blanco perfecto para sus depredadores.

b) **Adaptación al medio terrestre.**

- Para obtener el **oxígeno** necesario para la respiración, algunos organismos presentan la **piel** adaptada para el **intercambio gaseoso**, como ocurre en la **lombriz de tierra**. Otros poseen **tráqueas** como los **insectos** y la mayoría de las especies respiran por **pulmones**.

En el caso particular de las **plantas**, éstas respiran por sus **estomas**.

c) **Adaptaciones ante la pérdida de agua.**

- La mayoría de los animales terrestres, corren el riesgo de **deshidratarse** ante las duras condiciones climáticas. Las plantas presentan una **cutícula** externa que impide el exceso de evaporación y los animales presentan **plumas** y **pelos** en la superficie corporal con el mismo propósito.

d) **Adaptaciones para desplazarse (fig.6.16).**

Algunos animales que se arrastran, poseen **quetas** como la **lombriz de tierra** con las cuales se fijan a la superficie y luego con **movimientos musculares ondulatorios** se

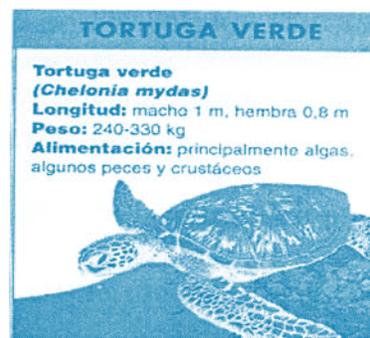


fig.6.14 Las diferentes variedades de Tortugas producen una gran cantidad de huevos.

**desplazan.** Otros ejemplares presentan **patas locomotoras** para caminar por la tierra o trepando de un árbol a otro cuando viven en zonas intrincadas como en **las selvas**; tal es el caso de los **monos**.

Las **aves** poseen **huesos ligeros** y sendas **alas** para volar.

## APORTES DE OTRAS RAMAS BIOLÓGICAS A LA EVOLUCIÓN

El desarrollo alcanzado por las **ciencias biológicas**, ha permitido que los nuevos conocimientos adquiridos, aporten y ayuden a evidenciar aún más la **Teoría de la Evolución**.

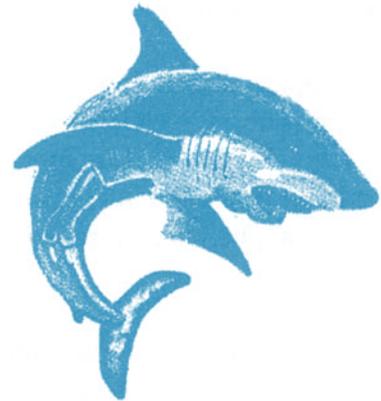
**La embriología.** Los conocimientos adquiridos mediante esta ciencia, han permitido comprender como muchos organismos presentan semejanzas en sus primeras etapas embrionarias. La **ontogenia**, se relaciona con los cambios del individuo durante el **desarrollo embrionario**; permite establecer relaciones o vínculos evolutivos entre los organismos. Un ejemplo de las posibilidades que brinda el **análisis embriológico**, se pone de manifiesto cuando analizamos comparativamente la respiración en **peces, anfibios y reptiles** y vemos que los tres grupos experimentan **respiración branquial** en alguna etapa de su desarrollo.

En resumen, **la embriología** nos permite determinar rasgos de **relaciones evolutivas** entre diversos organismos y en muchos casos conocemos características de sus **antepasados**. (fig.6.17).

**La Genética.** Aunque Darwin no conoció los postulados y las leyes de esta ciencia, si sospechó la existencia de **variación** en la información que de alguna manera llegaba de **padres a hijos**. Hoy la **genética** permite comprender que tanto los **cruces genéticos** como las mutaciones, estimulan el cambio del **individuo** y del **grupo**.

**La anatomía comparada.** Esta rama de la biología, permite establecer **semejanzas y diferencias** entre las estructuras de los seres vivos.

Cuando se compara un mismo **órgano** en diferentes **especies**, encontramos que la organización general tiene coincidencia aunque las formas varíen considerablemente; estos **órganos** cuyo origen es común y que tienen algún parecido, se llaman "**homólogos**" y permiten establecer un orden evolutivo según el desarrollo de cada uno. (fig.6.18).



**fig.6.15 Adaptaciones a la vida acuática.**

- a) Aleta
- b) Pez luminiscente

**Los órganos rudimentarios**, también permiten conocer los vínculos con los **antepasados**, tal es el caso del **cóccix** (último hueso de la columna vertebral) en los seres humanos, es el rudimento de la cola de nuestro **ancestros**.

**La paleontología**. Se dedica al estudio de los **fósiles**, que son restos de **plantas** y **animales** que vivieron en el pasado.

El estudio de la **paleontología**, permite conocer y reconstruir la **historia** de muchos **animales primitivos**; así como establecer **comparaciones** y **vínculos** con los miembros de esa misma especie u otras actuales.

**La Estratografía**. Con el estudio de los diferentes **estratos**, se pueden observar las características de cada etapa de la **historia natural de la tierra**. Como es lógico, las capas inferiores, revelan las características de épocas más remotas.

**Los fósiles vivientes**. (fig6.19). Hoy existen algunas especies que tal pareciera que quedaron **estáticos** en el tiempo y por lo tanto presentan muchas **similitudes** con sus **antepasados**.

El **ornitorrinco** por ejemplo tiene cuerpo con **pelo** como los **mamíferos**, pico de **pato** y **patas** con **membrana** muy parecidas a las de los **anfibios**. Aquí se evidencia que estas **especies** tienen **parentesco** con los **reptiles** que luego dieron origen a los **mamíferos**.

**La biogeografía**. Al estudiar la **distribución geográfica** de los seres vivos, se obtienen datos útiles para reforzar la **teoría evolucionista**. **Darwin** observó que organismos de una misma **especie**, presentaban **diferencias morfológicas** para vivir en zonas diferentes.

Al ser aplicados los aportes de todas estas ciencias especializadas a los trabajos de Darwin; surge la **Teoría sintética de la evolución** o **neodarwinismo**.

## LA EVOLUCIÓN HUMANA

La **especie humana**, también ha sufrido importantes cambios evolutivos desde sus inicios hasta nuestros días. El hombre



fig.6.16 Adaptaciones para desplazarse.

a) Tierra

b) Aire

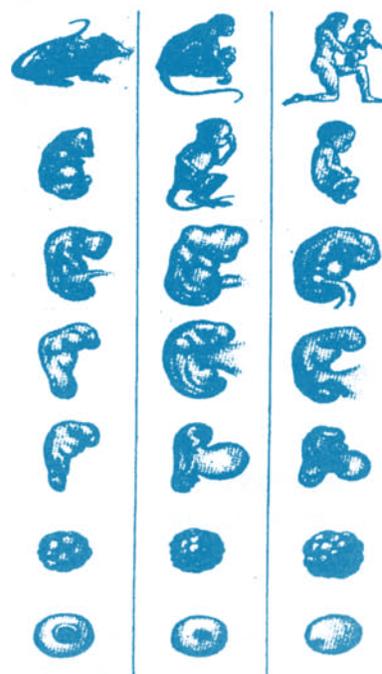


fig.6.17 Comparación del desarrollo embrionario.

pertenece al orden **primates**, es un animal superior de la clase de los **mamíferos**.

Reino	animal
Phylum	Chordata
Clase	Mammalia
Orden	Primates
Familia	Hominidae
Género	Homo
Especie	Sapiens

## LOS PRIMATES Y LA EVOLUCIÓN DEL HOMBRE

Todo parece indicar que los **primates** tuvieron su origen a partir de la **musaraña**, pequeño animalito con características intermedias entre **insectívoros** y **primates**. (fig.6.20).

La evolución de los **primates**, está marcada en gran medida por la adaptación de éstos a la **vida arbórea**. Sólo con los grandes monos y el hombre esta tendencia fue invertida.

Los primeros fósiles conocidos son los **Lemuiras** y **Tarsioideos**, encontrados en los terrenos del **paleoceno**.

Aunque los **homínidos** y los **antropoides**, tienen antecesores comunes, los homínidos continuaron su evolución como individuos de **hábitat terrestre** con posición **erecta**, en cambio los **antropoides** vivieron en los **espesos bosques**, donde desarrollaron **brazos largos** y **musculosos**.

**Dryopithecus africanus** (Existió hace 12 millones de años). Presentaban algunas características parecidas a las de los **monos** y otras a las del **hombre**. Se plantea que vivían en los bosques y que ya intentaban caminar sobre sus **dos pies**.

**Ramapithecus** (Hace 14 millones de años). Aunque no adoptaba una verdadera **posición bípeda**, era muy ágil al desplazarse por el suelo.

Sus **caninos** eran pequeños y las **muelas grandes**; localizadas en mandíbulas en forma de herradura.



fig.6.18 La anatomía comparada permite conocer las modificaciones de una misma estructura en especies diferentes.

- a) Brazo humano
- b) Foca

**Australopithecus afarensis.** Habitó en el **continente africano** (hace dos o tres millones de años). Con **cabeza** y **cuerpo** bastante parecidos a los **humanos** actuales, aunque con una gran quijada. El **australopithecus afarensis**, era fuerte y ágil; aunque aún trepaba árboles **caminaba erecto**.

**Australopithecus africanus** (Vivió hace dos o tres millones de años). El estudio de sus restos, permitió conocer que su **cráneo** era muy **desarrollado** y las mandíbulas semejantes a las de un simio. Se caracterizó por su **postura erecta** y su **marcha bípeda**. Empleaba leños y piedras para desmenuzar sus alimentos. (fig.6.21).

**Australopithecus boisei.** Vivió hace dos millones de años, su cuerpo robusto media 1.70 m de estatura. Poseía pronunciadas quijadas y molares. Su marcha era bípeda y su postura erecta.

En resumen , estos **primates** presentaban un grupo de características como: la **posición erecta**, **desplazamiento bípedo** y **huesos pélvicos cortos**. Todo esto permitió su estrecha relación con el hombre.

Muchos fósiles se han hallado en múltiples sitios muy distantes, pero con características similares, tal es el caso del **hombre de Java** y el **hombre de Pekín** entre otros. Todos han sido agrupados en la especie **Homo erectus**; también conocido como **hombre erecto**, el cual parece ser un eslabón intermedio entre los **Australopithecus** y el **Homo Sapiens**.

**Homo erectus** (fig.6.22). Habitó en varias zonas del viejo mundo, tenía **postura erecta** y **marcha bípeda**, Habitaba en **cavernas** y era capaz de **construir** rudimentarios **instrumentos** de **piedra** y **madera**. **Cazaba**,y **preparaba sus alimentos al fuego**.

**Hombre de Neardenthal.** En 1856, fue encontrado en Alemania un cráneo muy parecido al del hombre actual y se le consideró el “**eslabón perdido**”. A este se le denominó, **hombre del Neardenthal**.

Esta especie es muy conocida por la cantidad de esqueletos encontrados en Francia, Bélgica e Italia; así como en Asia, África.

Su **cerebro** era **voluminoso**, fabricaba excelentes **utensilios** y **enterraba a sus muertos**.



fig.6.19 El ornitorrinco es un fósil viviente.



fig.6.20 La musaraña se supone dió origen a los Primates.

**Homo Sapiens.** (Conocido como hombre del Cromagnon). Es el hombre actual, su existencia comenzó hace 50 mil años.

El hombre ha experimentado transformaciones progresivas en sus **manos** y en su **coordinación cerebral**. Establece comunicación con sus semejantes mediante el **lenguaje**.

Su capacidad para caminar totalmente erecto avanzó gracias a las modificaciones de su organismo tales como:

- La columna vertebral adquirió **curvas** que le permitieron amortiguar los golpes.
- Los pies poseen un **arco plantar** para soportar el peso del cuerpo.
- Las extremidades superiores, están totalmente libres y sus dedos tienen una disposición más operativa.

## LAS RAZAS ACTUALES

Una raza es la subdivisión de una especie donde los miembros de una variedad presentan una combinación propia de caracteres **genotípicos** y **fenotípicos** que la hacen diferente de otras variedades de la misma especie.

Algunos rasgos distintivos entre las razas son: el color de la piel, la forma de la nariz, el espesor de los labios y las características de las pestañas entre otros.

Según el antropólogo Carlton Coon, existen cinco grupos raciales principales en la especie humana a los cuales nos referimos brevemente a continuación:

- Los caucasoides** (Nórdicos, alpinos, mediterráneos, armenoides, dinaricos e hindúes).
- Los mongoloides** (Chinos, japoneses, ainus, esquimales e indios estadounidenses).
- Congoides** (Negros y pigmeos).
- Copoides** (Benchuanos y hotentotes de África).
- Australoides** (Australianos y tansmanianos).



fig.6.21 El Australopithecus Africanus.



fig.6.22 El Homo erectus.



fig.6.23 El Homo Sapiens.

## EN RESUMEN

- EL creacionismo, la panspermia y la teoría de la generación espontánea, fueron los primeros intentos por explicar el origen de la vida.
- Oparin, es el principal científico que da una fundamentación físico –química al origen de la vida.
- Los experimentos de Miller, demostraron que los elementos orgánicos en determinadas condiciones creadas en el laboratorio, generan aminoácidos relacionados con la vida.
- El desarrollo de los seres vivos fue paulatino y se enmarcó en eras, periodos y épocas; según sus características.
- En la era Cenozoica, el planeta comienza a tomar su configuración actual.
- Aristóteles pensaba que los seres vivos siempre habían existido con sus formas y características actuales.
- Los trabajos de Darwin permitieron explicar el origen de las especies, teniendo en cuenta la variabilidad, la sobrevivencia de las especies y la competencia entre los organismos que habitan en un hábitat común.
- Los seres vivos para adaptarse a las nuevas condiciones, desarrollan nuevas características lo cual implica mayor diversidad.
- Otras ramas de las ciencias como la anatomía comparada, la embriología, la genética y la paleontología, ayudaron a evidenciar aún más el proceso evolutivo.
- La especie humana ha sufrido grandes transformaciones desde su origen hasta nuestros días. En este proceso jugaron un importante papel el trabajo y la organización social primitiva.
- El Homo Sapiens (hombre actual), experimentó transformaciones progresivas tales como: coordinación cerebral, mecanismos de comunicación y habilidades manuales; todo esto lo diferencian del resto de los seres vivos.
- Las razas son subdivisiones de las especies. En este caso un grupo de individuo se transforma generalmente ante las nuevas condiciones ambientales y se va diferenciando de otros individuos de la misma especie.

## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

- I. Demuestra los conocimientos adquiridos al abordar este capítulo, respondiendo las siguientes preguntas.

<b>Era</b>	<b>Período</b>	<b>Época</b>	<b>Dos características</b>
Paleozoica	Cámbrico		
	Silurico		
	Carbonífero		
	Terciario		

- II. ¿Cuáles son los puntos clave de la teoría de la evolución?.
- III. Los seres vivos desarrollan nuevas estructuras y por tanto capacidades para sobrevivir en el ambiente donde habita. Con relación a este tema responde:
- Menciona dos adaptaciones de los animales acuáticos a dicho medio.
  - Demuestra con un ejemplo en cada caso, como plantas y animales evitan la pérdida de agua de su organismo.
- IV. A continuación relacionamos varias de las ciencias que han aportado a una mejor interpretación del fenómeno evolutivo.
- Anatomía comparada
  - Embriología
  - Genética
  - Serología
  - Paleontología
  - Estratografía
  - Biogeografía
- Selecciona tres de ellas y explica cuales fueron sus aportes a la interpretación de la evolución.
- V. Escribe tres características de cada uno de los siguientes primates considerados antepasados del hombre.
- Australopithecus afarensis
  - Australopithecus boise
  - Homo habilis

# CAPÍTULO VII

## FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA

- **Ciencias ecológicas.**
- **Componentes del ambiente.**
- **Poblaciones y comunidades.**
- **Organización y funcionamiento del Ecosistema.**
- **Recursos naturales y desarrollo sostenible.**



### ! Al finalizar el capítulo el estudiante

- ◆ Conocerá el origen y desarrollo de la ecología.
- ◆ Identificará los componentes abióticos y bióticos.
- ◆ Valorará la organización y dinamismo de las poblaciones y comunidades.
- ◆ Identificará las principales características de los ecosistemas.
- ◆ Debatirá sobre las ventajas del desarrollo sostenible.



- ◆ ¿Qué estudia la ecología?
- ◆ Cita tres componentes abióticos del medio.
- ◆ Define los conceptos de hábitat y nicho ecológico.
- ◆ ¿A qué llamanos comunidad?
- ◆ ¿Explica cómo se pone de manifiesto el flujo de energía en un ecosistema.
- ◆ ¿Qué entienden por desarrollo sostenible?

## LAS CIENCIAS ECOLÓGICAS

Si bien la **biología**, es la ciencia que estudia la vida en el planeta, hoy conocemos de la existencia de muchas ramas que se especializan en el estudio de las diferentes facetas de esta ciencia; tal es el caso de la **botánica**, la **zoología**, la **anatomía**, la **genética**, etc.

En este capítulo nos interesa abordar el campo de la ecología.

### ORIGEN Y DESARROLLO

La relación del **hombre** con la **naturaleza** data desde sus propios orígenes, cuando **recolectaba**, **cazaba** e iniciaba la **actividad agrícola**. (fig.7.1).

Con el desarrollo de la comunidad primitiva y el crecimiento de la población humana, el hombre comenzó a transformar el medio a partir de su intercambio de materiales y energía con el mismo.

Rápidamente el hombre comprendió que existían leyes y principios de la naturaleza, que debían respetarse en aras de mantener la armonía y el **equilibrio** de su entorno.

Algunos eventos naturales como las **migraciones**, la existencia de grandes **plagas** y la extinción de algunas **especies**, despertaron el interés por el estudio de las regularidades que condicionan la interacción de los seres vivos con el **ambiente** y con otros organismos. De esta manera surgen los primeros estudios ecológicos por parte del hombre.

El primer intento por explicar un **fenómeno ecológico** que se reporta en la literatura, está relacionado con **Aristóteles**, quien en su libro **Historia animalium**, vincula la aparición de las plagas de ratones a su alto nivel de proliferación.

Algunos geobotánicos (**Humboldt**, **A.P. de Candolle**, **Show** y **Grisebach**), estudiaron los factores que determinan la distribución de las plantas y su interrelación con el ambiente.

**Carl Linnaeus** (1707 – 1778). Analizó la distribución de los animales y su relación con las condiciones ambientales.

**Charles R. Darwin**. Realizó importantes trabajos ecológicos relacionados con el estudio de la estructura y distribución de los



fig.7.1 El hombre primitivo ya utilizaba los recursos naturales.

**arrecifes de coral** y la formación de tierra vegetal por la acción de la **lombriz de tierra**.

A partir de 1968, ante la toma de conciencia de muchos grupos de ecologistas (**fig.7.2**), esta rama de la biología se desarrolla y permite aplicar sus conocimientos en la solución de muchos problemas ambientales de la humanidad. Fue así como la **ecología**, una ciencia joven y “subversiva” por cuestionar principios sociales y económicos establecidos, pasó a formar parte del acervo cultural del hombre moderno.

El término **Ecología** (del griego oikos: casa y logos: tratado), fue definido por primera vez por **Ernst Haeckel** en 1869. este científico la consideró como la **Totalidad de las relaciones entre los seres y el ambiente**.

En 1963, **Eugene Odum**, definió la ecología como la **ciencia que estudia la estructura y el funcionamiento de la naturaleza**.

En la actualidad la ecología se divide en varias ramas; a continuación se relacionan algunas de ellas:

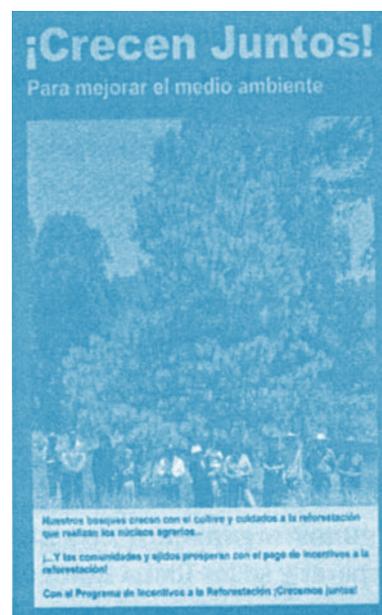
- a) **Autoecología**. Estudia las relaciones existentes, los organismos de una misma especie y el medio donde viven.
- b) **Sinecología**. Estudia las relaciones entre diversas especies agrupadas en un mismo lugar y el medio que les rodea.
- c) **Dinámica de las poblaciones**. Analiza las causas de la abundancia y variación de la naturaleza así como el equilibrio de esta en el medio humano rural y urbano.

## COMPONENTES DEL AMBIENTE Y SUS INTERRELACIONES

El medio es toda la materia que rodea al ser humano; los elementos que lo forman se encuentran íntimamente relacionados; para su estudio se divide en: **medio abiótico** y **medio biótico**.

### COMPONENTES ABIÓTICOS

El medio **abiótico** está constituido por los componentes fisicoquímico inanimados o inertes.



**fig.7.2 Organizaciones ecologistas realizan campanas a favor de la naturaleza.**

### RAMAS DE LA ECOLOGÍA MODERNA

E	Autoecología
C	Sinecología
O	
L	Dinámica de las
O	poblaciones
G	
Í	Ecología aplicada
A	
	Ecología de Sistemas

**Clima.** Es la combinación de los **fenómenos metereológicos** que determinan las condiciones atmosféricas propias de un lugar de la tierra. Los componentes del clima son: la **temperatura del aire**, la **presión atmosférica**, los **vientos**, la **humedad**, y las **precipitaciones**. El clima es determinante en la distribución de los seres vivos en el planeta. (**fig.7.3 a y b**).

**Radiación solar.** Representa la fuente de energía primaria que circula en los ecosistemas. Esta relacionada con el **fotoperíodo** de algunas plantas y con el proceso reproductivo de los animales. La temperatura que aportan las radiaciones, también determina la distribución de los seres vivos.

Algunos organismos son capaces de regular la temperatura corporal y se les llama **homeotermos**, tal es el caso de las aves y los mamíferos; otros como los **reptiles** no autorregulan su temperatura y son denominados **poiquilotermos**.

**Oxígeno y dióxido de carbono.** Forman parte de la atmósfera (capa gaseosa que reodea la tierra). El **dióxido de carbono** ( $\text{CO}_2$ ) participa en el proceso fotosintético y el **oxígeno** es el elemento básico para la respiración aeróbica de animales y plantas.

**Agua. (fig.7.4).** Los seres vivos requieren del agua para vivir, los tipos de flora y fauna de una región, concuerdan con las **condiciones hídricas** del lugar. Este vital líquido cubre más de las tres cuartas partes de la superficie terrestre. La importancia del agua esta dada porque es:

- Un agente modificador de los estratos geológicos.
- Un componente de la materia viva, ocupa entre el 70 y 90% del protoplasma.
- Un disolvente universal.
- Un poderoso termorregulador del ambiente.

**Sales biogénicas o nutrientes.** Son las sales minerales en solución, indispensables para el sostenimiento de la vida; estas sales pueden ser consideradas como:

a) **Macronutrientes.** Son aquellos que los seres vivos necesitan en grandes cantidades. En las plantas por ejemplo, se consideran como tales el **carbono**, el **hidrógeno**, el **oxígeno**, el **nitrógeno**.



a) Región tropical.



b) Región polar.

**fig.7.3** La distribución de las especies esta regulada por el clima.



**fig.7.4** El agua es un líquido vital para la vida.

b) **Micronutrientes.** Son los elementos y sus compuestos que siendo necesarios para la vida se requieren en cantidades más pequeñas, en el caso de los vegetales podemos citar el **hierro, manganeso, cobre, zinc, sodio**, etc.

En la dieta humana, podemos reconocer macroalimentos como: **fósforo, calcio, azufre, potasio, cloro y magnesio.** Se clasifican como: microalimentos; el zinc, hierro, selenio, cobre, yodo, cobalto, etc.

## COMPONENTES BIÓTICOS

Son los elementos vivos como; las plantas, los animales y otros microorganismos que se agrupan en reinos (**fig.7.5**).

**Reino monera.** Comprende organismos sencillos como las **bacterias y cionobacterias.**

**Reino protista.** Son organismos unicelulares, que en algunos grupos forman colonias; estos ya presentan un núcleo bien formado y delimitado. Es este reino podemos mencionar, las **euglenas, diatomeas, los protozoos, las amebas**, etc.

**Reino fungi.** Organismos con células bien definidas por membranas nucleares y pared celular; carecen de clorofila. En este reino se encuentran los **hongos.**

**Reino vegetal.** Son organismos **multicelulares y fotosintetizadores.** Existe una gran diversidad de plantas que son los productores primarios de la cadena alimenticia.

**Reino animal.** En este grupo encontramos los animales; estos carecen de **cloroplastos y pared celular** en sus células. Desde el punto de vista nutricional son **heterótrofos** incapaces de sintetizar sus alimentos.

Algunos organismos de los reinos **monera, protista y fungi** son considerados **desintegradores, parásitos o simbioses.**

## HÁBITAT Y NICHO ECOLÓGICO

A partir del proceso de adaptación de los organismos al medio, ha determinado que cada especie tenga su propio hábitat y nicho ecológico (**fig.7.6**).



a) Reino vegetal



b) Reino animal  
fig.7.5 Representación biótica.

**Hábitat.** Es el lugar donde vive el organismo o grupos de organismos formado por el conjunto de condiciones del medio físico con características idóneas para el desarrollo de la vida.

**Nicho.** Es el papel o función que un organismo desempeña en el **ecosistema** desde el punto de vista trófico.

## SISTEMA ECOLÓGICO

La **ecología** estudia los sistemas ecológicos; entiéndase por sistema ecológico un área determinada con diversos grupos de organismos interactuando entre si y con el medio (materiales y energía).

Esta intervención, esta estrechamente relacionada con las leyes de la termodinámica que plantean lo siguiente:

- a) La primera ley de la termodinámica dice que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma (esto se evidencia en las cadenas alimenticias).
- b) La segunda ley plantea que ningún proceso que implique transformación de energía se producirá espontáneamente a menos que sea de mayor a menor concentración, este enunciado guarda cierta relación con la ley del diezmo energético de un nivel trófico a otro. Desde el punto de vista energético los sistemas se clasifican en:
  - **Abiertos.** Son los que intercambian energía y materia con el exterior.
  - **Cibernéticos.** Son aquellos que tienen mecanismos de autorregulación o retroalimentación.

Todos los sistemas biológicos representan sistemas abiertos que absorben y liberan energía.

## NIVELES DE ORGANIZACIÓN

Para estudiar a los seres vivos, se enfocan varios niveles de complejidad en la organización de los mismos; a los ecólogos en particular, les interesan los siguientes niveles:



**fig.7.6** El hábitat, guarda cierta relación estratégica con el nicho ecológico.

- a) **Población.** Formada por organismos de **una misma especie**, que habitan en un área dada y en un tiempo específico.
- b) **Comunidad.** Conjunto de organismos de **especies diferentes** que cohabitan en un lugar e interactúan en sus relaciones **tróficas** y espaciales.
- c) **Ecosistema.** Comunidad de seres vivos, en estrecha relación con el ambiente abiótico. Por ejemplo tenemos la comunidad de un lago, interactuando con la **luz solar**, el **agua** y el **clima** entre otros componentes abióticos.

El conjunto de seres vivos que habita nuestro planeta forma la **biosfera**. Cuando los seres vivos de la biosfera interactúan con la parte inanimada del planeta entonces estamos hablando de la **ecosfera**.

## ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LAS POBLACIONES Y COMUNIDADES

La población está formada por un conjunto de **individuos** de la misma **especie** que viven en un espacio determinado y pueden entrecruzarse.

Podríamos citar por ejemplo, una población de **robles**, o una población de **perros**.

La población es el nivel primario en los estudios ecológicos. Sus miembros intercambian material genético, por ello la población es responsable de los cambios que se operan en la comunidad.

Podríamos citar por ejemplo, una población de **robles**, o una población de **perros**.

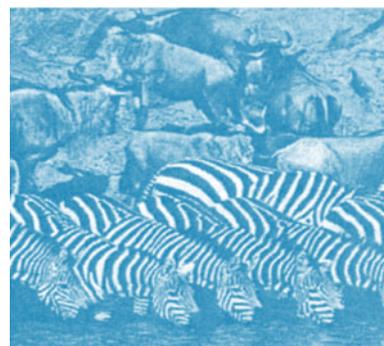
La población es el nivel primario en los estudios ecológicos. Sus miembros intercambian material genético, por ello la población es responsable de los cambios que se operan en la comunidad.

## CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

Las características de la población, están relacionadas con las características de los individuos que la integran pero tienen manifestaciones grupales; estas son:



a)



b)

fig.7.7 Niveles de organización de la materia.

- a) Población
- b) Comunidad

**Densidad:** Esta dada por la mayor o menor cantidad de individuos por unidad de espacio, puede ser:

**a) Absoluta.** Es el número de individuos por la unidad del espacio total.

**b) Relativa.** Se considera el número de organismos de una especie por cierta unidad de espacio específico. En este caso, sólo se tiene en cuenta su **hábitat**.

**Distribución espacial.** Es la manera como se encuentran distribuidos los individuos de una población; está condicionada por las siguientes causas:

- a) Obtención de los materiales necesarios.
- b) Condiciones ambientales de las diferentes áreas.
- c) Por el nivel de atracción social de los grupos de individuos.
- d) Por el proceso reproductivo.

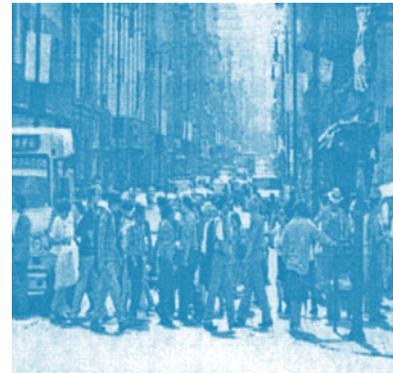
La distribución de los seres vivos puede ser al azar, uniforme o aglomerada.

En la población, existen otro grupo de características que se relacionan con la dinámica de su comportamiento.

**Natalidad.** Es el aumento de la población, como consecuencia de la reproducción de sus miembros.

El número de individuos que se producen en determinada población en una unidad de tiempo es su tasa de natalidad.

Los especialistas en poblaciones humanas, calculan la **Tasa de Natalidad** dividiendo el número total de los nuevos individuos entre la cantidad total de la población, calculada a la mitad del período que se está considerando; el cociente se multiplica por 1000, que se emplea como unidad de población.



**fig.7.8** Ciudad densamente poblada.

Donde:

b = natalidad

$$\Delta N_n = \text{nuevos individuos por año} \quad b = \frac{\Delta N_n}{\Delta N} \times 1000$$

$N\Delta$  = Población Total  
(Calculada a medio año)

1000 = Unidad de población

**Mortalidad. (fig.7.9).** Se denomina mortalidad al número de individuos de una población que muere por unidad de tiempo.

La **mortalidad** que es originada por determinadas causas del medio (**depredación, accidentes, competencia**) es más frecuente que la mortalidad por vejez.

En la **población humana**, la tasa de **mortalidad** se obtiene, al dividir el número de defunciones ocurridas en un intervalo de tiempo dado, entre la población total (calculada a medio año) se toma el cociente y se multiplica por 1000.

**Migración.** Significa el movimiento hacia fuera o dentro de la **población**; estos movimientos se denominan:

**a) Inmigración.** Los individuos ingresan al área ocupada por la población.

**b) Emigración.** Es el movimiento de ciertos individuos hacia un área localizada fuera de la población.

Si queremos obtener la **migración neta** de una población se resta la **emigración** de la **inmigración**; la diferencia se divide entre la población total y el cociente obtenido se multiplica por 1000.

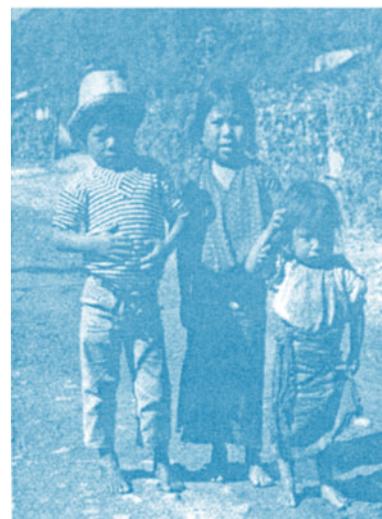
$$\text{Tasa de migración neta} = \frac{\text{inmigración} - \text{emigración}}{\text{Población Total}} \times 1000$$

(calculada a medio año)

**Edades.** Para comprender las perspectivas de desarrollo de las poblaciones, es importante analizar sus edades. Las edades se clasifican en **prereproductivas, reproductiva** y **posreproductiva**.



a)



b)

**fig.7.9** La condiciones ambientales influyen en la mortalidad de las poblaciones.

a) Contaminación

b) Pobreza humana

Para representar las proporciones de edades de la población humana de una región o país, se utilizan las **pirámides de las edades** (fig.7.11) estas pueden ser:

- a) **En forma cónica.** Con la base representando gran número de individuos jóvenes lo que denota que estamos ante una población joven.
- b) **Acampanada.** Con una distribución uniforme de edades y por lo tanto equilibrada y estable.
- c) **En forma de urna.** Con una gran cantidad de individuos viejos es decir con poblaciones vieja o en decadencia.

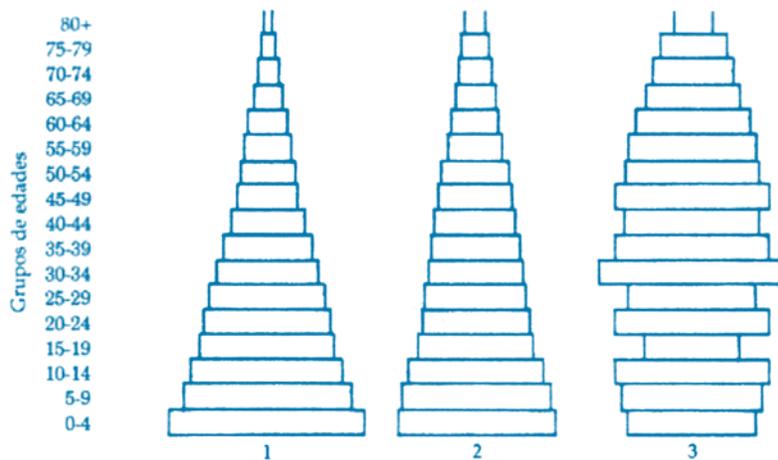


fig.7.11 Pirámide de las edades: a) Cónicas, b) Con forma de campana.



fig.7.10 Las aves tienen fuertes tendencias migratorias.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS COMUNIDADES

Las comunidades poseen un grupo de características particulares las cuales guardan cierta interrelación. Seguidamente nos referiremos a algunas de ellas:

- **Diversidad de especies.** En una comunidad encontramos una gran diversidad de vegetales, animales y microorganismos.
- **Estructura y forma de crecimiento.** Están organizadas por niveles. Cada estrato tiene sus formas específicas de crecimiento.
- **Predominio.** Existen determinados organismos o grupos que mantienen una condición dominante sobre el resto. La

dominancia se fundamenta más que en el tamaño por el número y la función.

- **Abundancia relativa.** Es la proporción relativa que puede calcularse de cada especie integrante de la comunidad.

## ESTRATIFICACIÓN DE LA COMUNIDAD

La **estratificación** es la ubicación de los organismos en el área de la comunidad, puede verse en dos sentidos: **horizontal** y **vertical**.

**Zonas de la estratificación vertical superior. (fig.7.12).** Están dados por la altura de la vegetación, estas capas son:

- Criptogámica.** Zona a nivel del suelo, habitada por musgos y líquenes.
- Herbáceo.** Formado por hierbas y pastos.
- Arbustivos.** Integrado por los arbustos que pueden alcanzar hasta 8m de altura.
- Arborescente.** Aquí encontramos los árboles más altos y con mayor actividad fotosintética por disponer de abundante luz solar. En este estrato encontramos monos y muchas aves.

**Estratificación vertical inferior.** En esta zona se localizan diferentes tipos de raíces y organismos reductores. En el medio terrestre se divide en: suelo, subsuelo y material de origen; en cada una de estas capas existen determinados organismos que viven en cuevas y agujeros. (fig.7.13).



fig.7.12 Estralo arbóreo de una selva tropical.



fig.7.13 Flora y fauna edáfica junto a las raíces de las plantas.

En el medio acuático también se observa la **estratificación vertical**; por ejemplo en un lago, además del plancton integrado por algas y pequeños crustáceos, encontramos plantas y animales en la superficie, en la zona intermedia y en las grandes profundidades.

**Estratificación espacial horizontal.** Este tipo de estratificación, divide a la comunidad en áreas circulares.

Entre dos comunidades existe una zona de límite a frontera llamada **ecotono**, en esta zona se observan organismos de las dos comunidades vecinas (especies de bordes).

A esta diversidad de especie también se le llama especies por efecto marginal.

## RELACIONES ENTRE LAS POBLACIONES DE LA COMUNIDAD

En una comunidad, existe una constante competencia por el espacio y los alimentos entre otras necesidades; esta relación se puede dar entre organismos de una misma especie o entre organismos de diferentes especies.

**Interacciones interespecíficas. (fig.7.14).** Son las que se establecen entre las poblaciones de una comunidad, a continuación nos referimos a las más conocidas.

- a) **Cooperación.** Ambas poblaciones se benefician, esta relación es de carácter opcional, se puede observar en los efectos sinérgicos entre poblaciones bacterianas.
- b) **Mutualismo.** Ambas poblaciones se benefician en una relación “obligada”, tal es caso de la simbiosis bacteria *Rhizobium* / Leguminosa.
- c) **Comensalismo.** Una de las poblaciones se beneficia y la otra no resulta afectada por ejemplo tenemos la relación entre la orquídea y el árbol sobre el que crece.
- d) **Amensalismo.** Una de las poblaciones provoca la inhibición de la otra como ocurre cuando interactúan el *Penicillium* y las bacterias.



a)



b)

fig.7.14 Relaciones interespecíficas.

a) Depredación

b) Competencia por la luz solar

- e) **Competencia.** En este proceso, ambas poblaciones se afectan y finalmente una puede resultar eliminada. Un ejemplo que ilustra es la situación, es la disputa entre pelicanos y gaviotas por los peces que les sirven de alimento.
- f) **Depredación.** Una de las poblaciones se beneficia (el depredador) y la otra es sacrificada (presa), como ocurre entre el león y la cebra. Para el depredador esta relación es vital y para el grupo al cual pertenece la presa, puede significar una vía de equilibrio que evita la superpoblación.
- g) **Parasitismo.** Es una conocida interrelación de organismos con sus parásitos (endo o ectoparasitos). En esta relación, las víctimas degeneran y pueden morir; como ectoparasitismo podemos señalar la relación (perro - garrapata) y como endoparasitismo, la relación (hombre – amiba).

## ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ECOSISTEMA

Llamamos ecosistemas (**fig.7.15**) a la unidad funcional básica para los estudios ecológicos, sus componente son los elementos bióticos que están muy bien adaptados e interactuando con los componentes no bióticas y con ellos mismos.



**fig.7.15** En el ecosistema, existe una armónica relación entre sus elementos componentes.

En un ecosistema, encontramos el medio abiótico o físico, constituido por: la energía solar, el agua, el oxígeno, el bióxido de carbono, el suelo y el clima (entre otros). El medio abiótico **desintegradores o reductores**.

**Productores.** Conocidos como autótrofos, son capaces de producir alimentos durante el proceso fotosintético.

**Consumidores.** Son aquellos organismos que toman sus alimentos más o menos elaborados ya sean animales o vegetales.

**Desintegradores o reductores.** Son microorganismos que actúan sobre la materia en descomposición entre ellos tenemos a las **bacterias** y los **hongos**.

## DINÁMICA DE LOS ECOSISTEMAS

El Ecosistema, es un sistema abierto donde la materia fluye y se transforma constantemente, tal es el caso de la energía y los materiales biogeoquímicos que lo componen.

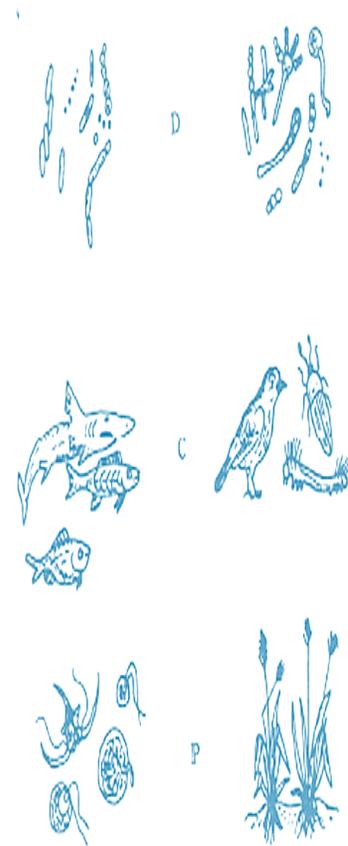
**Flujo de energía.** Todos los seres vivos, necesitan energía para realizar sus procesos vitales; algunos como las plantas verdes, son capaces de transformar la energía solar en energía biológicamente útil que se almacena en forma de ATP en los compuestos orgánicos.

La energía fluye en forma de alimento a través de las cadenas alimentarias (**fig.7.16**), estas están formadas por una secuencia de individuos y generalmente comienza en los vegetales verdes.

Cada grupo de individuos de la cadena alimentaria que tiene las mismas fuentes de alimentos, se denomina **nivel** o **nicho** trófico. (**fig.7.17**).



**fig.7.16 Representaciones de una cadena alimentaria.**



**fig7.17 Niveles tróficos**  
**a) Productores**  
**b) Consumidores**  
**c) Descomponedores**

Al transitar la energía de un nivel a otra parte de ella se consume por los organismos de dicho nivel y se degrada en forma de calor de manera que aproximadamente el 10% pasa al otro nivel; esto se conoce como ley del diezmo ecológico.

**Redes alimenticias.** Cuando en la comunidad, las cadenas alimentarias se combinan y entrelazan. Se puede plantear que la trama alimentaria representa la totalidad de las relaciones del sistema.

**Biomasa y Producción.** La biomasa, es el peso total de la materia viva ya sea en un nivel trófico o en el ecosistema.

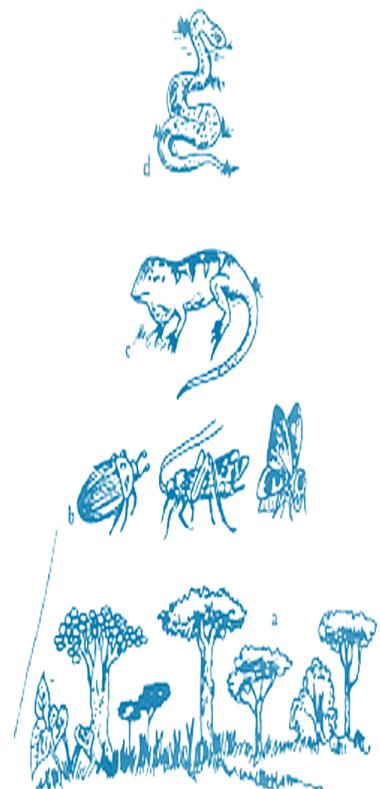
**Productividad.** Esta dada por la cantidad de biomasa acumulada en una unidad de tiempo determinado. Cuando analicemos toda la energía que se almacena en el vegetal, estamos ante la productividad primaria bruta pero si a esta le restamos el consumo del propio productor, entonces esto sería la productividad primaria neta o real.

**La productividad secundaria.** Es la cantidad de energía almacenada en los tejidos de los heterótrofos.

**Pirámide ecológicas.** La disposición de las estructuras tróficas, muestran variación en el número de organismos (**fig.7.18**) lo cual implica menos biomasa y por lo tanto de energía en la parte superior.

**Ciclos de materiales.** Aunque no pretendemos profundizar mucho en este aspecto, si es importante destacar que en el ecosistema existe un constante movimiento de elementos, compuestos imprescindibles para su sostenimiento y continuidad.

**a) Ciclo hidrológico.** Es el movimiento o circulación constante del agua entre la atmósfera y la tierra o el mar (**fig.7.19**). Consta de cinco etapas básicas: **Evaporación y transportación, condensación, precipitación, infiltración y formación de corrientes superficiales.**



**fig.7.18** Pirámide ecológica (de biomasa)

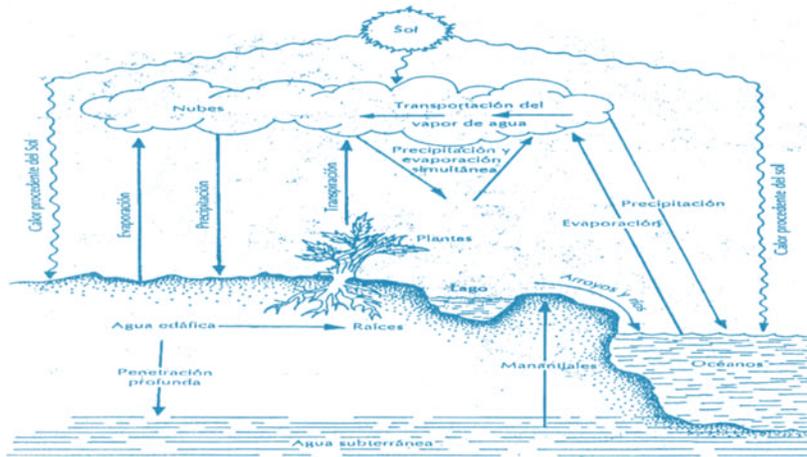


fig.7.19 Ciclo de agua.

- a) **Ciclo del carbono.** (fig.7.20). Los organismos fotosintetizadores, forman compuestos orgánicos a partir del  $\text{CO}_2$ . De esta forma la materia viva dispone del carbono que es muy importante para formar sus biomoléculas complejas. El dióxido de carbono retorna a la atmósfera gracias al proceso respiratorio; también puede retornar por la vía de la combustión de compuestos energéticos fósiles.
- b) **Ciclo del nitrógeno.** (fig.7.21). El nitrógeno, convertido en nitratos solubles por la acción de las bacterias nitrificantes es aprovechado por las plantas al tomarlos del suelo. Luego de los procesos bioquímicos ocurridos en los seres vivos, los nitratos convertidos en urea, amoníaco y ácido úrico se pueden convertir nuevamente por la acción de las bacterias desnitrificantes en compuestos de amonio y finalmente en nitrógeno que se incorporan a la atmósfera.

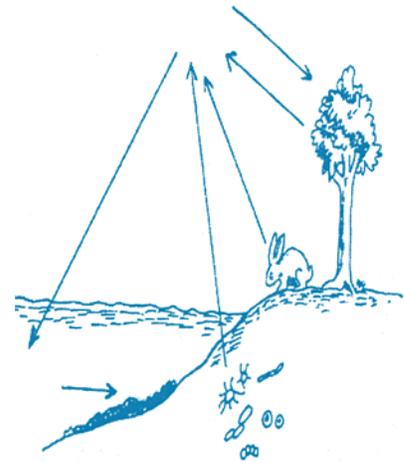


fig.7.20 Ciclo del Carbono

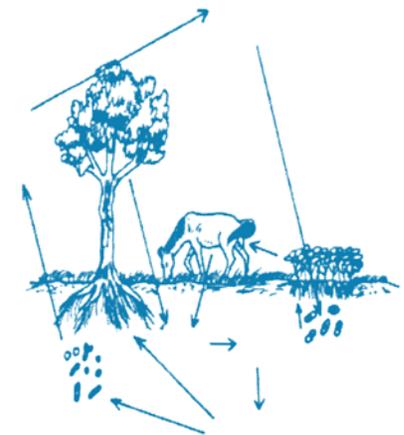


fig.7.21 Ciclo del Nitrógeno.

**Sucesiones Ecológicas.** Son cambios progresivos que se dan en las comunidades a través del tiempo; se dice que son unidireccionales porque van de lo simple a lo complejo.

La sucesión primaria está dada por la aparición de la vida donde no existía.

La sucesión secundaria está representada por la reconstrucción de las partes dañadas.

El estado final de una sucesión implica la existencia de comunidades estables.

## CLASIFICACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS

Desde el punto de vista de la intervención humana los ecosistemas se pueden clasificar en naturales o antrópicos al incluir en la clasificación, la fuente energética tendremos (**fig.7.22**).

- Sistemas naturales
  - **Ecosistemas subsidiados** (fuente de energía solar como por ejemplo la selva).
  - **Ecosistema subsidiados** (son impulsados por energía solar, además reciben energía de otros ecosistemas).
- Sistemas antropónicos-
  - **Ecosistemas humanos subsidiados** (además de la energía natural, se introduce energía humana: maquinaria, fertilizantes, etc). Podemos citar los sistemas agrícolas.
  - **Ecosistema urbano – industrial** (dependen de la energía de los combustibles).



a)

Ecosistemas terrestres (**fig.7.23**). En la tierra encontramos una gran diversidad de ecosistemas, **mismos** que abordaremos a continuación.

- **Tundra**

Se localiza en las regiones cercanas a los casquetes polares de inviernos muy largos, suelo cubierto de hielo y la vegetación muy escasa de musgos, líquenes y algunos pinos. Habitan en este lugar, el reno, la foca, el oso polar, pingüinos y algunas aves.

- **Bosque de coníferas**

Los bosques más grandes de coníferas se localizan en Siberia, Canadá, centro de Estados Unidos y partes de México.

Predomina el clima templado y húmedo con lluvias casi todo el año. La flora está integrada por pinos, cipreses, abetos y cedros; entre los representantes de la fauna podemos mencionar el venado, el jabalí, el zorro plateado y la marta entre otros.



b)

**fig.7.22** Diversos tipos de ecosistemas

a) Natural no subsidiado

b) Natural subsidiado

- **Praderas**

Las podemos localizar en Australia, Nueva Zelandia, Europa Occidental, Argentina (pampa), Estados Unidos de América y México.

Por estar tan cerca de los desiertos, su clima es bastante cálido con poca lluvia; se distinguen muy bien el invierno frío del verano cálido. Abundan los pastizales y cultivos agrícolas (cereales, gramíneas, maíz, sorgo, etc). Las praderas, son llamadas graneros mundiales. La fauna de la pradera está compuesta de coyotes, lobos, antílopes, el puma y algunos animales roedores.

En esta zona la población humana es abundante.

- **Desiertos**

Los desiertos más conocidos se localizan en África, Asia, Chile, Perú, Estados Unidos y norte de México.

Clima cálido y muy seco, con muy pocas lluvias.

La flora está limitada a plantas especialmente adaptadas como los cactus. La fauna también es escasa, se pueden encontrar serpientes, artrópodos, ratas y otros organismos generalmente pequeños.

- **Bosque mixto**

Se localiza en países de Europa Central, centro de Canadá, Estados Unidos, México y Centroamérica.

Clima templado con abundantes lluvias todo el año, gran humedad y abundante producción de vegetal, de árboles de hojas caducas: robles, nogales, olmos y castaños. Existen también coníferas y frutales, la fauna está representada por castores, lobos, alces, ciervos, musarañas y lince.

- **Bosque tropical**

Se localiza en las regiones ecuatoriales como en la cuenca del Amazona, en América del Sur y en África.



a)



b)

fig.7.23 Tipos de bosques

a) Bosque de coníferas

b) Bosque mixto

Presenta clima cálido, con lluvia todo el año, el suelo es pantanoso.

Existe en este bosque una enorme diversidad de organismos, entre los árboles tenemos la caoba, cedros, ébanos, teca, etc. En alguna de estas áreas se cultiva café, cacao, tabaco y frutos tropicales. La vida animal es estratificada, encontramos gran cantidad de monos, aves canoras, serpientes, jaguares, etc.

**Ecosistemas acuáticos.** Ocupan más de las tres cuartas partes del planeta, para comprender la importancia de estos sistemas basta señalar que fue precisamente en este medio donde se originó la vida; hoy constituye una de la principales fuentes de alimentos; los sistemas ecológicos acuáticos pueden ser:

- a) **Ecosistema de agua dulce.** (fig.7.24). Estos se dividen en dos grupos: los de aguas estancadas ó lénticos (lagos, lagunas, pantanos) y los de agua corriente (ríos, arroyos, manantiales).
- b) **Ecosistemas marinos.** Están formados por los océanos, significan una importante fuente de nutrientes para la humanidad por la gran biodiversidad que presenta. (fig.7.25).

Los océanos presentan una estratificación horizontal y vertical es su estructura, funcionamiento como se observa en la (fig.7.26).

- c. **Los estuarios.** Son ecosistemas que se desarrollan en las desembocaduras de los ríos, presentan baja salinidad y son zonas muy productivas.

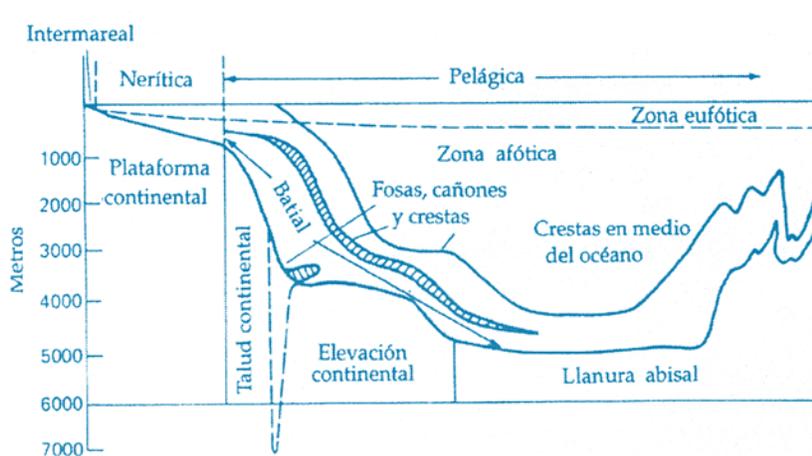


fig.7.26 Zonación horizontal y vertical del océano.



fig.7.24 Ecosistema de agua dulce.

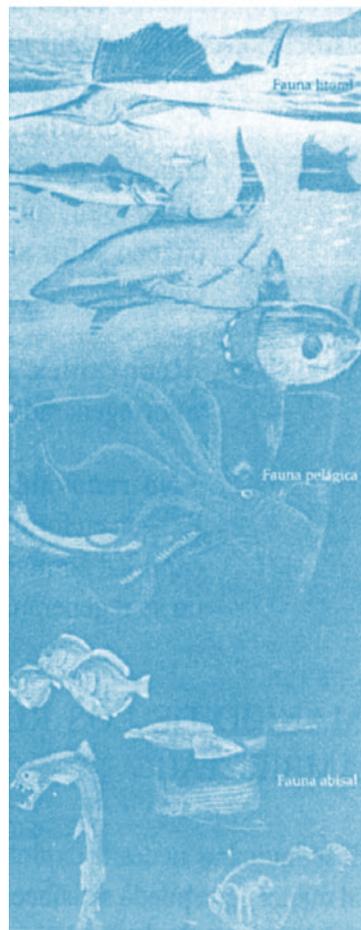


fig.7.25 Fauna marina.

## LOS RECURSOS NATURALES Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Muchas veces, se tiende a confundir la definición de **medio ambiente** con la de **Ecosistema**.

**El medio ambiente es un sistema constituido por factores físicos, químicos y biológicos así como también por los factores socio-culturales interrelacionados entre sí que pueden ser modificados por el hombre.**

Como se refleja en el concepto de medio ambiente el hombre tiene una gran responsabilidad en la utilización racional de los recursos naturales; siendo él el más importante de todos (recursos humanos).

### RECURSOS NATURALES

Los recursos naturales son aquellos elementos de la naturaleza que el hombre toma para su beneficio. Una de las clasificaciones más actualizada de los recursos naturales es la siguiente:

Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Inagotables.</b> Son aquellos que nunca se acaban, aunque pueden sufrir alteraciones.</li> </ul>	energía clima agua
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Renovables.</b> Son autorre-generados.</li> </ul>	flora fauna suelo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>No renovables.</b> Existen en forma y cantidad limitada, no se regeneran.</li> </ul>	Minerales metálicos Minerales no metálicos Energético fósiles

### MANEJO DE LOS RECURSOS Y DETERIORO AMBIENTAL

El hombre necesita explotar los recursos de la naturaleza, de tal manera que pueda satisfacer sus necesidades sin comprometer los recursos de las generaciones futuras; a esto se llama **Desarrollo Sostenible**.

En la actualidad existen serios y crecientes problemas de deterioro ambiental (impactos negativos) a partir de determinados factores antropogénicos como: la explosión demográfica, la rápida urbanización, la agricultura intensiva, la industrialización y la extensión de las fronteras agrícolas, los cuales han incidido negativamente con relación a la calidad ambiental.

**Contaminación.** Es la presencia de cualquier elemento que pueda dañar los componentes bióticos o abióticos del medio.

La contaminación puede ser **natural** como ocurre con las cenizas y sustancias tóxicas emanadas por los volcanes. Cuando la contaminación es causada por la actividad del hombre, se dice que es **antrópica**.

Las actividades humanas más comprometidas con la contaminación de las aguas, la atmósfera y el suelo son:

- a) Actividades domésticas.
- b) Actividades industriales.
- c) Actividades agrícolas.

**Contaminación del agua. (fig.7.27).** Es la adición de materiales extraños, lo cual implica que se afecte la calidad de este vital líquido. Los agentes contaminantes pueden ser: biológicos (aguas negras, desperdicios de los mataderos y desechos agrícolas entre otros), químicos (nitratos, fosfatos, residuos industriales, etc), físicos (generalmente sólidos como trozos de madera, llantas, botellas, etc).

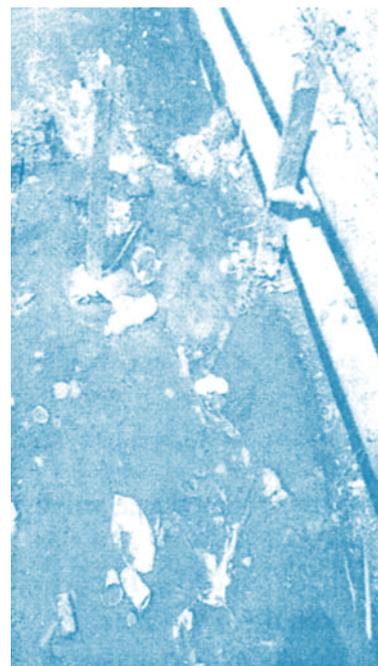
### Contaminación del suelo

El suelo es constantemente contaminado por todo tipo de desechos, fertilizantes, plaguicidas, detergentes y otros elementos sólidos y líquidos.

Muchos suelos pierden su capa vegetal como resultado de los grandes arrastres provocados por las corrientes de agua y la falta de vegetación sobre todo en laderas y zonas inclinadas, esto implica la alteración de los componentes del suelo.

### Contaminación atmosférica (fig.7.28).

La contaminación atmosférica, puede estar determinada por factores como la aparición de partículas de polvo y minerales, el humo de las fábricas e incendios forestales y las emanaciones volcánicas.



**fig.7.27** Contaminación de las aguas.

La alteración cuantitativa de la concentración de gases, también altera la naturaleza como ocurre frecuentemente cuando crece demasiado la cantidad de CO<sub>2</sub> por el consumo de energéticos fósiles.

Los daños irreparables a la atmósfera se evidencian al analizar fenómenos como el efecto invernadero y las lluvias ácidas.

## EXTINCIÓN DE LAS ESPECIES

Significa la reducción notable o definitiva de plantas y animales; en este fenómeno negativo tenemos causales como:

- Extensión de las fronteras agrícolas.
- Incendio forestales.
- Contaminación de las aguas.
- Caza y tala indiscriminada.
- Excesiva utilización de sustancias químicas (pesticidas y agroquímicas).
- Introducción de especies exóticas.
- Parásitos y enfermedades.
- Catástrofes naturales.

## PRESERVACIÓN DE LA NATURALEZA

El hombre necesita interactuar y transformar racionalmente la naturaleza para obtener de ella muchos recursos necesarios y a la vez establecer un sistema de acciones para conservarla tales como:

- Establecimiento de áreas protegidas como reservas biológicas, parques nacionales, refugio de vida silvestre, etc.
- Aprovechamiento racional de los recursos.
- Creación de bancos de germoplasma.
- Establecimiento de un marco jurídico ambiental.
- Educación ambiental masiva.



**fig.7.28** Contaminación atmosférica.

## RESUMEN

- La Ecología estudia a los seres vivos en su constante intercambio con el medio ambiente.
- El medio **abiótico** comprende los elementos fisicoquímicos inanimados; mientras que el **biótico** incluye a los seres vivos.
- Los estudios ecológicos, contran su atención en los niveles de población, comunidad y Ecosistema.
- Las poblaciones están formadas por organismos de una misma especie.
- La comunidad comprende a diferentes poblaciones interactuando entre si; con el medio.
- En un ecosistema encontramos elementos fundamentales como: biodiversidad, flujo de energía y ciclos biogeoquímicos.
- Los principales ecosistemas terrestres son: tundra, bosques de coníferas, praderas, desiertos, bosques mixtos y bosques tropicales.
- Los ecosistemas acuáticos están representados por los de agua dulce, marinos y estuarios.
- El medio ambiente comprende el ecosistema más la actividad social del hombre.
- Los recursos naturales pueden ser: inagotables, renovables y no renovables.
- El desarrollo sostenible es aquel donde se utilizan los recursos sin comprometer las que necesitan las generaciones futuras.

## COMPRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

### I. Define los siguientes conceptos

- Ecología
- Componentes bióticos
- Biodiversidad
- Hábitat
- Nicho
- Biomasa
- Contaminación

### II. Demuestra mediante dos ejemplos, cómo se ponen de manifiesto las relaciones interespecíficas en una comunidad.

III. A continuación te presentamos de una cadena alimentaria; demuestra tus conocimientos al respecto, realizando lo que se te indica.



- a) Clasifica a cada nivel trófico en productor, consumidor o desintegrador según convenga.
- b) ¿Qué nos plantea la ley del diezmo ecológico?.

IV. Elabora un cuadro comparativo donde se reflejen tres diferencias entre los siguientes ecosistemas:

- pradera
- bosque tropical
- desierto

V. ¿A qué llamamos recursos naturales renovable?

VI. Redacta un párrafo donde resumas los principales elementos contaminantes del agua.

VII. Cita tres de las principales causas de la extinción de las especies.

VIII. Comenta el siguiente planteamiento.

**“Sólo un desarrollo sostenible, permite el verdadero progreso de un país”.**

## BIBLIOGRAFÍA

- Cervantes. M. **Biología General**. Primera edición. México, Publicaciones Cultural, 1998.
- Cervantes. R. M. **Recursos, Ecología y Sociedad**. México, UNAN, 1987.
- Fried. G. H. **Biología**. Sexta edición. México, Mc Graw Hill, 1990.
- Guyton. Arthur. C. **Tratado de Fisiología Médica**. Novena edición. México, Mc Graw Hill. 2000.
- Lizcano. A. **El origen de la vida**. México, Trillas, 1984.
- Lira. S. Ricardo. H. **Fisiología Vegetal**. Primera edición. México, Trillas, 1994.
- Murray. Robert. K. **Bioquímica de Harper**. Decimoquinta edición. México, Manual Moderno. 2001.
- Odun. E.P. **Ecología**. Tercera edición. México. Interamericana. 1972.
- Oparin. A.I. **El origen de la vida**. Barcelona. Tecnos. 1970.
- Sadler. T.W. **Embriología Médica**. octava edición. Argentina. Panamericana. 2001.
- Stansfield. Willian. D. **Genética**. segunda edición. México. Mc Graw - Hill. 1991.
- Stores. T. **Zoología General**. México. Limusa. 1985.
- Roldán. T. W. Ph. D. **Biología Integrada**. duodécima impresión. Colombia. Norma. 1994.
- Villee, C.A. **Biología**. octava edición. México. Mc Graw - Hill. 1996



Este libro se terminó de imprimir  
en el mes de julio del 2009  
en los talleres gráficos de  
**EDITORAMA S.A.**  
Tel.: (506) 2255-0202  
San José, Costa Rica

Nº 20,004

