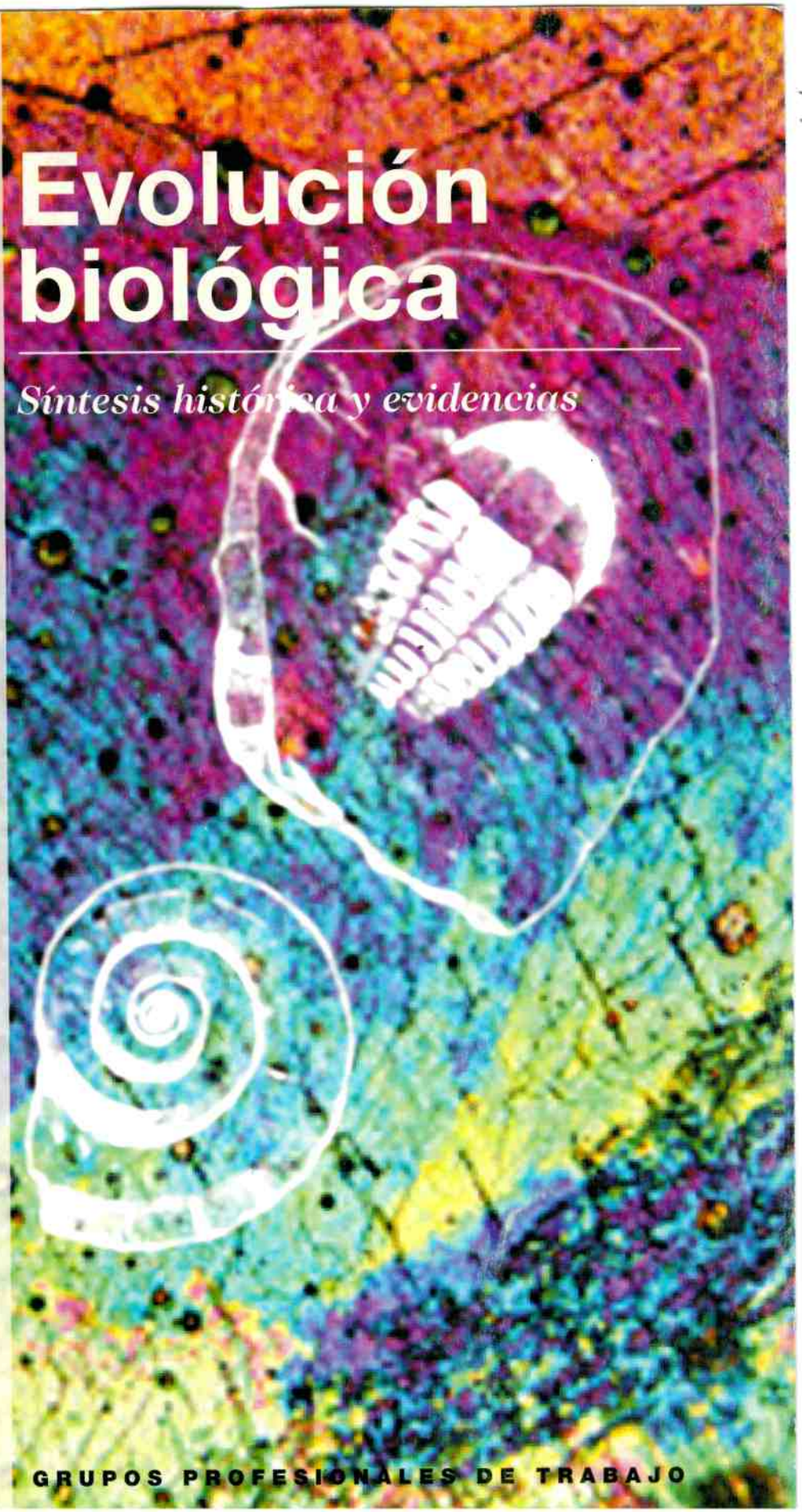
MODULO DE BIOLOGÍA

Evolución biológica

Síntesis histórica y evidencias



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

Programa
de Mejoramiento
de la Enseñanza Media

GRUPOS PROFESIONALES DE TRABAJO

Módulo de Biología:

Evolución biológica : síntesis histórica y evidencias

Material producido por el Componente Gestión Pedagógica
para los Grupos Profesionales de Trabajo

Editores :
María Inés Noguera E.
María Victoria Gómez V.
Jorge Galaz N.

1998

Inscripción R.P.I. Nº En Trámite

ISBN Nº En Trámite

Diseño: Mario Casassus

Impresión: Jarsa Impresores
Reimpresión: 2001

Publicación del Programa MECE / Educación Media
Programa de Mejoramiento de la Calidad y Equidad de la Educación
Ministerio de Educación
República de Chile

Alameda 1371, Piso 9, Santiago
Tel. 699 10 15 Fax 699 10 30

MÓDULO DE BIOLOGÍA :

Evolución biológica :

Síntesis histórica y evidencias

AUTOR

Viviane Jérez Rodríguez
Universidad de Concepción

Colaboró

Patricio Camus

GRUPOS PROFESIONALES DE TRABAJO
MINISTERIO DE EDUCACION – PROGRAMA MECE MEDIA

" Comprender la Evolución Biológica es tomar conciencia de los fenómenos que ocurren a través del tiempo y que caracterizan a los seres organizados "

Guichard, F. et V. Roudeau. 1995. Découvrez l'evolution de la vie. Guide de la salle de découverte. Muséum National d'Histoire Naturelle. París.

Palabras preliminares

Módulos Didácticos

El desarrollo profesional docente es un eje fundamental en el proceso de reforma educativa, puesto que marca la posibilidad de generar transformaciones sustantivas en las prácticas pedagógicas. Para ello se hace necesario la creación de espacios para el intercambio de experiencias, el trabajo colaborativo y la reflexión crítica sobre el propio quehacer. Este espacio se constituye en el origen de construcción del saber pedagógico.

En este contexto el Programa Mece-Media ha promovido la creación de Grupos Profesionales de Trabajo (GPT) al interior de cada liceo, en los cuales participan profesores y jefes de Unidades Técnico-Pedagógicas. En consecuencia, el GPT es el espacio natural del desarrollo profesional.

Como una forma de contribuir a este desarrollo, el Componente de Pedagogía presenta los Módulos Didácticos, que se constituyen en una herramienta centrada en aspectos fundamentales disciplinarios y didácticos como un aporte a la revisión y rediseño de las prácticas de enseñanza. Por otra parte, los Módulos Didácticos intentan conformarse como un referente que permita a los docentes encontrar los caminos mas apropiados para la implementación del nuevo marco curricular.

Ejes organizadores de los Módulos

• **Contenidos conceptuales**
Se inscriben en ámbitos temáticos referidos a un área disciplinaria particular, aportando a la actualización y profundización de conceptos claves para promover la comprensión y aprendizaje de contenidos curriculares relevantes.

Al mismo tiempo, y como correlato de lo anterior, los Módulos incorporan enfoques interdisciplinarios que permiten el trabajo con conceptos complejos desde miradas diversificadas. Lo que contribuye significativamente a los procesos de producción de conocimiento de los alumnos.

• **Procedimientos didácticos**
Los Módulos explicitan la relación que el docente establece entre los contenidos conceptuales, el aprendizaje y los modos de enseñar, surgiendo algunas actividades en las diferentes temáticas que se abordan.

Sin embargo, en su lectura y discusión es necesario tener presente permanentemente los diferentes contextos socioculturales donde está inserta la acción pedagógica de los profesores. Estos procesos de adecuación están marcados por los conocimientos que los docentes tienen de :

a) las formas de conocer y producir conocimientos de sus alumnos.

b) los modos de producción de conocimiento de la disciplina específica objeto de enseñanza, y

c) de la relación que es necesario establecer entre ambos.

Una invitación

Registrar y compartir las diversas formas de trabajo pedagógico, las manifestaciones y producciones de los alumnos, la reflexión e interpretación sobre las instancias de búsqueda, como dijimos antes, es el inicio del proceso de construcción de saber pedagógico, que se concretiza, se hace real en la escritura. Para ello, el Componente de Pedagogía extiende una invitación a todos los docentes de Enseñanza Media a escribir sus prácticas y publicitarlas en las Páginas Didácticas.

Indice

INTRODUCCION

Evolución Biológica es el proceso de cambio de la diversidad orgánica, mediante el cual se han originado todos los organismos que existen o han existido sobre el planeta Tierra. Este proceso de cambio ha ocurrido durante millones de años y ha involucrado un aumento gradual de la complejidad orgánica en una progresión que incluye a toda la diversidad biológica incluida en los cinco Reinos.

La pregunta de cómo ocurre la Evolución es tema de debate y constituye de por sí un hecho científico. Los biólogos afirman que los organismos vivos se han originado en el planeta, a través de una larga historia en el tiempo que incluye también procesos físicos y químicos.

Durante la mayor parte del siglo XIX, las ideas evolutivas tuvieron su origen principalmente en observaciones realizadas por biólogos del área naturalista, paleontólogos y geólogos. Estas observaciones los llevaron a proponer la hipótesis de que los millones de especies que habitaban en la Tierra descendían, al parecer, de unos pocos organismos que existieron hace más de 2000 millones de años. Es durante el siglo XX que

los científicos han comprendido que la evolución biológica, es principalmente, el resultado del cambio hereditario producto de las mutaciones y de la selección natural.

Sin embargo, es durante la segunda mitad del siglo XX que, los investigadores han sido capaces de estudiar la Evolución en su nivel fundamental indagando directamente los cambios que tienen lugar en los genes. Así, en la última década de este siglo, los biólogos moleculares han conseguido, por ejemplo, comparar los genes de especies actuales con los de especies extintas y han logrado medir la magnitud y naturaleza de las diferencias.

El estudio de la dinámica temporal de la Tierra nos revela que existen cambios y ciclos geológicos que requieren un determinado tiempo para que ocurran. La escala de tiempo cronológico humano es insuficiente como referencia para este tipo de procesos, puesto que suceden en la escala de decenas o centenas de millones de años.

Se hace necesario, por lo tanto, recurrir al registro preservado en las rocas. Cambios dramáticos han ocurrido en el planeta en la escala de millones de años. Por ejemplo, la tectónica de placas demuestra que los continentes en un primer momento estaban reunidos en uno solo, Pangea, el que se fragmentó posteriormente, en un ciclo que requirió alrededor de 400 millones de años.

Sin embargo, la historia de la vida no es cíclica. El estudio de la **Evolución Biológica** nos revela que los seres vivos, desde sus inicios, han ido cambiando constantemente dando lugar a nuevos organismos que se extinguieron o bien dieron origen a otros distintos.

La diversidad de especies en la Tierra ha aumentado considerablemente desde que la vida se originó hasta el presente. Los biólogos han catalogado hasta ahora, alrededor de un millón de especies vegetales vivas (incluyendo bacterias, hongos y algas) y cada año se descubren y dan nombre a unas 10. 000 especies nuevas ; para el caso de los animales, se calcula entre 3 a 5 millones de especies actuales representadas en su mayoría por invertebrados, de las cuales los insectos representan más de la mitad.

Este crecimiento en la biodiversidad no ha sido constante en la historia de la Tierra, sino que se ha caracterizado por períodos de aumento del número de especies, **procesos de especiación** ; seguidos por períodos de cambio mínimo y períodos de **extinciones masivas.**

Estos patrones de cambio son visibles en el registro fósil, en algunos casos se puede llegar a determinar el número de especies y familias que existieron en un período o era geológica en particular. Clásico ejemplo son los dinosaurios extinguidos hace 65 millones de años, durante el período Cretácico, a partir del cual los mamíferos comenzaron su dominancia en las comunidades terrestres.

Un aspecto importante de destacar es que todos los organismos que conocemos presentan planes de organización corporales que surgieron en el período Cámbrico, hace unos 600 millones de años, y desde entonces, los cambios evolutivos que se han producido son variaciones sobre los planes básicos iniciales. **¿ Por qué no han aparecido nuevos planes estructurales ?** es una pregunta que intriga a los biólogos.

La **Evolución** como ciencia necesita pruebas verificables. La prueba más directa es aportada por la **Paleontología,** cuyo objetivo es el estudio de la vida en el pasado a través del registro fósil. Evidencias adicionales se pueden obtener mediante el estudio comparado de animales y plantas actuales **(Neontología),** incluyendo su estructura, los que son objeto de estudio de la **Anatomía Comparada,** la **Bioquímica,** la **Embriología,** la distribución geográfica o **Biogeografía** y finalmente la **Genética** que explica la herencia y la variabilidad de caracteres al interior de una población.

Actualmente el mundo científico concuerda con que la evolución no tiene dirección o un propósito predeterminado. Los organismos pueden evolucionar solamente cuando ocurren variaciones en las características hereditarias que se transmiten desde los padres a su descendencia, y la significancia adaptativa de estas variaciones dependerá en su mayor parte de los cambios ocurridos en el ambiente donde habiten esos organismos.

OBJETIVOS DEL MODULO

1. Analizar desde un punto de vista histórico-científico el desarrollo de las ideas que han conducido a la formulación de la Teoría Sintética de la Evolución.

2. Generar un cuestionamiento reflexivo sobre la importancia que el entorno social ha tenido en la aceptación o rechazo de las teorías evolutivas.

3. Analizar evidencias tangibles del proceso evolutivo en relación a los niveles de complejidad de la organización de la materia y del registro fósil preservado principalmente en las rocas.

4. Comprender el concepto de tiempo evolutivo y su asociación con los cambios geomorfológicos de la corteza terrestre.

LAS PREGUNTAS DEL MÓDULO

" Las Ciencias de la observación describen y miden siempre con mayor precisión las múltiples manifestaciones de la vida...

El momento del paso a lo espiritual no es objeto de una observación de este tipo ; sin embargo se puede descubrir a nivel experimental una serie de signos muy preciosos de la especificidad del ser humano. " Juan Pablo II. 1996

Delsol, M. 1997. Evolutions et religions. Pour la Science : 13

La reciente visita a nuestro país del destacado científico Stephen Hawking, ha permitido que el público, en general, se informe de algunas temáticas de por sí complejas y siempre vigentes y revestidas quizás de una aureola de misterio como el origen del universo.

Las clásicas preguntas de contexto filosófico ¿ De dónde venimos, qué somos y hacia dónde vamos ? cobran entonces especial vigencia cuando las interpretamos desde una perspectiva evolutiva.

Los últimos hallazgos realizados en Marte corroboran la hipótesis de que la Tierra y Marte son planetas que tienen un origen y edad muy similares e incluso se hipotetiza que en sus comienzos estos planetas pudieron tener las mismas condiciones abióticas.

La Ciencia en un sentido global, gracias al acelerado desarrollo de las comunicaciones, nos está entregando diariamente cúmulos de información que nos permite de modo privilegiado tener una postura personal y crítica respecto de los orígenes de la materia, de nuestro planeta y de la biota que sustenta y ¿ por qué no ? de nosotros mismos como organismos integrantes de la biosfera.

Cuestionarse sobre el origen del universo y el principio del tiempo es un tema delicado, que choca con raíces culturales y teológicas. Sin embargo el hecho de que el Papa Juan Pablo II haya aceptado recientemente las modernas teorías evolutivas, permite que la idea de la Evolución y las concepciones religiosas no sean contradictorias entre si.

Entonces, es un desafío para nosotros preguntarnos :

" ¿ Qué postura personal tengo frente a este problema ? ¿ De qué herramientas dispongo para generar una discusión reflexiva, franca y objetiva con los alumnos ?

No hay que olvidar que tanto para los creacionistas como para los agnósticos, siempre existe la necesidad de recurrir a argumentos sólidos que entregar a los interlocutores que difieran en opiniones.

Pensar en un contexto evolutivo trae como consecuencia aceptar que el universo, las galaxias —incluida la nuestra y el sistema solar en el cual estamos inmersos— no son estáticos, sino que están en un continuo proceso de cambio.

¿ Cuánto tiempo debe transcurrir para que se puedan percibir cambios ?

Para comprender la dimensión temporal en la cual deben ser estudiados e interpretados estos cambios evolutivos, es preciso abstraerse del concepto habitual humano del tiempo (por lo general cronológico o generacional) y manejar el concepto de millones de años.

La física cuántica ha calculado que el universo, tal cual lo conocemos, tiene una edad estimada en 16 000 000 000 de años (diez y seis mil millones) ; también se han realizado estimaciones y cálculos con respecto al tiempo que tienen las galaxias y nuestro sistema solar con sus planetas incluida la Tierra. La geología permite la datación de las rocas y la biología moderna permite fechar cambios genéticos ocurridos en el ADN de diversos organismos incluido el hombre. Por ejemplo, se calcula mediante modernas técnicas bioquímicas que la separación entre homínidos del género *Australopithecus* y del género *Homo* ocurrió hace aproximadamente 4 millones de años y que la divergencia entre *Homo erectus* y *Homo sapiens* ocurrió hace alrededor de 1 millón de años.

El presente módulo de trabajo es pues un desafío a la imaginación y también es una invitación a interactuar con otros colegas del área de las Ciencias Naturales y las Ciencias Exactas para analizar los problemas planteados con una visión multidisciplinaria. Solo así podremos comprender la Evolución.

CÓMO TRABAJAR CON EL MODULO

El módulo está estructurado en dos grandes tópicos. El primero —sesiones uno y dos— es una síntesis de los hechos y vivencias que condujeron a algunos connotados naturalistas a formular las ideas evolutivas y comprender los niveles de organización de la materia. Este aspecto es importante para interpretar la dinámica de los cambios que han ocurrido desde la aparición de las primeras moléculas orgánicas hasta la estructuración de un ser vivo.

El segundo, —sesiones tres y cuatro— se centra en las evidencias de la Evolución aportadas por el estudio de los fósiles, lo que junto a la Geología ha permitido la elaboración de un cuadro cronológico de la historia de la Tierra. Este cuadro resume los principales cambios ocurridos en la corteza terrestre y que han determinado la ocurrencia, adaptación y evolución de los seres vivos.

Cada sesión considera actividades que refuerzan los planteamientos señalados en las lecturas, y éstas a su vez relatan y recopilan, en forma coloquial y resumida, antecedentes en relación a una problemática. Las actividades propuestas sirven de base para llegar a construir o elaborar, en forma integrada, una síntesis en relación a una idea planteada al comienzo de la actividad. No es necesario que todas las actividades propuestas sean realizadas sino que, sugiero se elijan una o dos por capítulo según el tiempo que dispongan y el área de interés.

Jardín de Plantas. Museo Nacional de Historia Natural. París
Lugar donde connotados científicos, tales como, Buffon, Cuvier y Lamarck, cristalizaron sus obras de Historia Natural.

PRIMERA SESION

La Evolución : una historia de ideas.

EVIDENCIAS QUE SUSTENTAN LAS IDEAS SOBRE LA TEORÍA EVOLUTIVA

LECTURA

Un poco de Historia...

La historia y el desarrollo de las ideas evolutivas están ligadas principalmente a la historia social, económica y religiosa de Europa, como también a connotadas instituciones que albergaron a una élite de científicos dedicados especialmente al estudio de las Ciencias Naturales.

Entre estas instituciones, el Museo de Historia Natural de París con su Jardín de Plantas ha jugado un papel preponderante en el desarrollo de las Ciencias Naturales en Francia y Europa en general. Este Jardín, concebido a principios del siglo XVII como un lugar de esparcimiento para el rey Luis XIII y su corte, también fue destinado para el cultivo de plantas medicinales, bajo la tutela de la Universidad de la Sorbonne y de la Escuela de Medicina. Sin embargo, poco a poco derivó hacia el estudio y enseñanza de las Ciencias Naturales, especialmente disciplinas como la Botánica, la Zoología, la Paleontología y la Mineralogía.

Es en este lugar donde Buffon, Cuvier y Lamarck entre muchos otros científicos cristalizaron su obra en monografías monumentales sobre Historia Natural, basadas en el estudio de colecciones provenientes de distintas partes del mundo. Es aquí, también, donde Lamarck concibe, escribe y ejemplifica sus ideas evolucionistas, basado en la observación sabia y sistemática del plan estructural y organización de plantas y animales. Sin embargo, estas ideas de Lamarck, no trascienden por un tiempo más allá del Jardín de Plantas, hasta que años más tarde son retomadas por Darwin para la formulación de su teoría de la Evolución por Selección Natural.

ACTIVIDAD SUGERIDA

1. Analice el esquema de clasificación aquí propuesto para las Ciencias Biológicas y discuta cuáles son los criterios utilizados para diferenciar Ciencias de la Diversidad y Ciencias de la Unidad sobre la base de los siguientes aspectos :

   Objetivos que persigue

   Herramientas de estudio

   Por ejemplo, si compara la Zoología con la Embriología, considere que ambas utilizan como sustrato a los animales, pero note que la Zoología es el estudio amplio de la diversidad animal ; en cambio, la Embriología se preocupa de estudiar el desarrollo embrionario de un tipo particular de organismo.

2. Una vez que haya delimitado las fronteras de cada disciplina, discuta si es factible o no aplicar el método científico al estudio de la Evolución y reflexione sobre la factibilidad de considerar o incluir a la Evolución en el contexto de las Ciencias Biológicas.

3. Haga un listado de las limitaciones que tiene el estudio de la Evolución y discuta la factibilidad de considerarla como una Ciencia integradora.

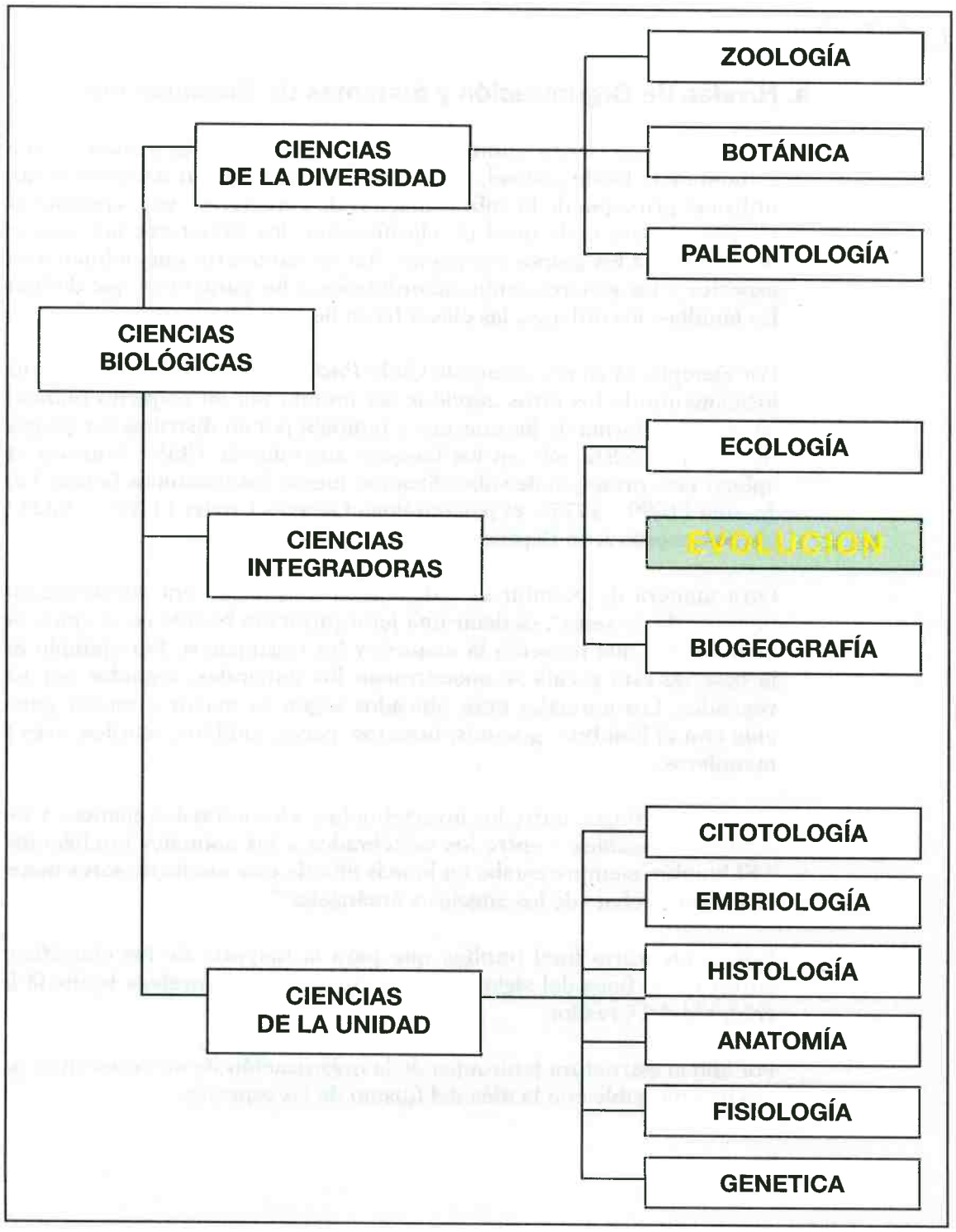


Fig. 1 : Resumen de las subdisciplinas de las Ciencias Biológicas

LECTURA

a. Niveles de Organización y Sistemas de Clasificación

Es con el sueco Carlos Linneo (1707 - 1778) que se llega a crear, para el estudio de la biodiversidad, un sistema de clasificación sistemático que utiliza el principio de la **subordinación de caracteres** ; este consiste en identificar para cada nivel de clasificación, los caracteres pertinentes que definen a los grupos o especies. Así los caracteres que definen a las especies y los géneros están subordinados a los caracteres que definen las familias, los órdenes, las clases hasta llegar a los fila.

Por ejemplo, el ciervo enano de Chile ***Pudu pudu***, se diferencia morfológicamente de los otros cérvidos del mundo por su pequeño tamaño, su pelaje, la forma de los cuernos y también por su distribución geográfica ya que existe sólo en los bosques australes de Chile. Famosos en aplicar este principio de subordinación fueron los botánicos Bernard de Jussieu (1699 - 1777), el paleontólogo Georges Cuvier (1769 - 1832) y el ya conocido Jean Baptiste Lamarck (1744 - 1829).

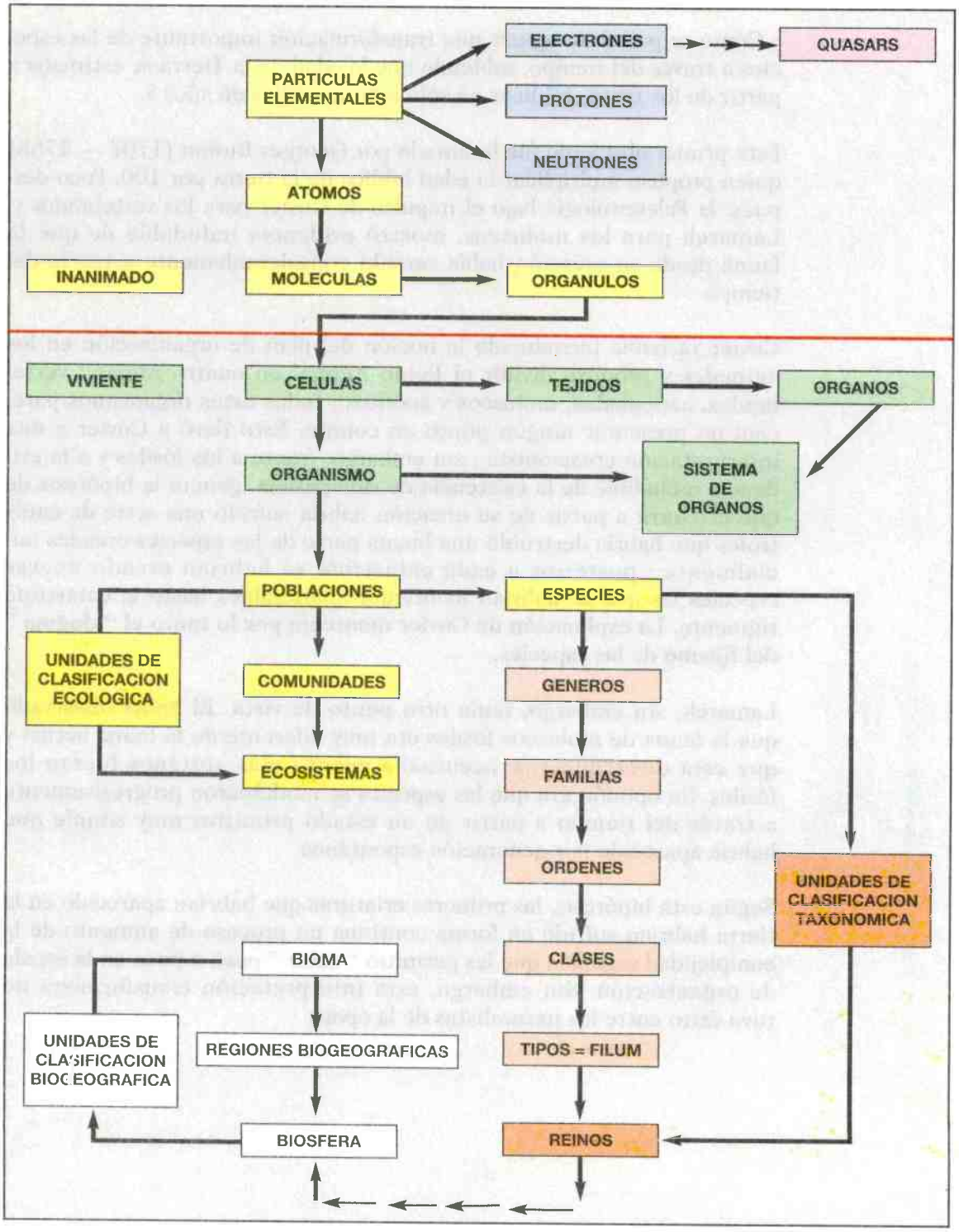
Otra manera de percibir el orden de la naturaleza era construyendo una "escala de seres", es decir una jerarquización basada en el grado de complejidad que presenta la materia y los organismos. Por ejemplo en la base de esta escala se encontraban los minerales, seguidos por los vegetales. Los animales eran ubicados según su mayor o menor parecido con el hombre : gusanos, insectos, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

Lamarck distingue entre los invertebrados, a los animales apáticos y los animales sensibles y entre los vertebrados a los animales inteligentes. " El hombre siempre estaba en lo más alto de esta escala de seres materiales pero debajo de los angeles y arcángeles ".

Este comentario final implica que para la mayoría de los científicos europeos de fines del siglo XVIII, el orden de la naturaleza traducía la voluntad del Creador.

Por ello la estructura jerárquica de la organización de los seres vivos no era incompatible con la idea del fijismo de las especies.

Fig. 2 : JERARQUIZACIÓN DE LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA



b. Fijismo / Transformismo

¿ Cómo se podría imaginar una transformación importante de las especies a través del tiempo, sabiendo que la edad de la Tierra se estimaba a partir de los textos bíblicos en sólo algunos miles de años ?

Este primer obstáculo fue levantado por Georges Buffon (1707 — 1788) quien propuso multiplicar la edad bíblica de la tierra por 100. Poco después, la Paleontología bajo el impulso de Cuvier para los vertebrados y, Lamarck para los moluscos, mostró evidencia indudable de que la fauna desde su creación había variado considerablemente a través del tiempo.

Cuvier ya había introducido la noción del plan de organización en los animales y propuso dividir el Reino Animal en cuatro ramas : vertebrados, articulados, moluscos y zoófitos ; todos estos organismos parecían no presentar ningún punto en común. Esto llevó a Cuvier a una interpretación creacionista ; sin embargo, frente a los fósiles y a la evidencia ineludible de la existencia de vida pasada, genera la hipótesis de que la Tierra a partir de su creación habría sufrido una serie de catás trofes que habría destruido una buena parte de las especies creadas inicialmente ; posterior a cada catástrofe se habrían creado nuevas especies las que se habrían mantenido inalterables hasta la catástrofe siguiente. **La explicación de Cuvier mantenía por lo tanto el " dogma " del fijismo de las especies.**

Lamarck, sin embargo, tenía otro punto de vista. El había observado que la fauna de moluscos fósiles era muy diferente de la fauna actual y que esta divergencia se acentuaba cuanto más antiguos fueran los fósiles. Su opinión era que las especies se modificaron progresivamente a través del tiempo a partir de un estado primitivo muy simple que habría aparecido por generación espontánea.

Según esta hipótesis, las primeras criaturas que habrían aparecido en la tierra habrían sufrido en forma continua un proceso de aumento de la complejidad orgánica que les permitió " subir " poco a poco en la escala de organización. Sin embargo, esta interpretación transformista no tuvo éxito entre los naturalistas de la época.

ACTIVIDAD SUGERIDA

CUANTIFICANDO LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE UN CARÁCTER EN UNA POBLACIÓN.

> ***"En la concepción fijista de la especie, el modelo o tipo se repartiría de una generación a otra. Sin embargo al analizar nuestro entorno podemos percibir que al interior de una misma especie, dos individuos de una población nunca son exactamente iguales. El concepto moderno de especies considera variaciones individuales, etáreas y poblacionales."***

Al observar un organismo, seguramente ha notado diferencias individuales dentro de la especie a la cual pertenece ; de hecho al interior de cada población animal, vegetal o humana se observa que los individuos difieren unos de otros. Esta variación en el aspecto de los individuos se denomina Variación Fenotípica.

Antes de realizar la actividad debe tener en cuenta que la **Variación Fenotípica** en una población, se puede representar mediante la obtención de promedios o bien mediante distribuciones de frecuencias. Dicho de otra manera, podemos obtener un gráfico que refleje la frecuencia con que la variación del carácter elegido se presenta en una población y analizar cómo varía esta frecuencia entre diferentes grupos de la población.

Materiales necesarios : huincha métrica, regla o papel milimetrado ; dependiendo de su entorno local elijan porotos, conchas de bivalvos (cholgas, ostiones, caracoles, entre otros) tubérculos ; también pueden ser semillas como piñones, castañas, maní, vainas de arvejas, habas. En fin, lo que Ud. tenga a disposición. En general, se trata de buscar y seleccionar caracteres que sean factibles de ser medidos o contados.

1. Caracteres Cualitativos o Atributos

Estos caracteres se definen por presencia o ausencia de un determinado atributo, por ejemplo : sexo, grupo sanguíneo, entre otros.

2. Caracteres cuantitativos continuos o métricos :

Incluyen aquellos caracteres que se miden, por ejemplo : longitud, estatura, peso ; y por lo tanto, se expresan utilizando los números reales.

Un grupo analizará la variación del carácter longitud en una muestra de semillas de porotos. Elija al azar un puñado y cuente el número total de ellos (unos 50, es buena muestra). Considere que cada poroto representa a un individuo.
Para cada individuo mida su longitud utilizando papel milimetrado. Exprese, en lo posible, las medidas en números enteros.

Registre sus valores en un listado. A continuación, agrupe los valores por intervalos de frecuencias. Finalmente, represente en un gráfico de barras, los valores de frecuencias obtenidos.

Opera según modelo del protocolo que se presenta en caracteres cuantitativos discretos.

a) Longitudes obtenidas para 10 individuos :
1 : 14 mm, 2 : 15 mm, 3 : 7 mm, 4 : 8 mm, 5 : 10 mm,
6 : 12 mm, 7 : 12 mm, 8 : 15 mm, 9 : 12 mm, 10 : 18 mm,

b) Intervalos y número de individuos por intervalo :
7 a 10 mm 3,12 a 14 mm 4,15 a 17 mm 3. Total individuos : 10

c) En una tabla Excel se pueden incluir los resultados :

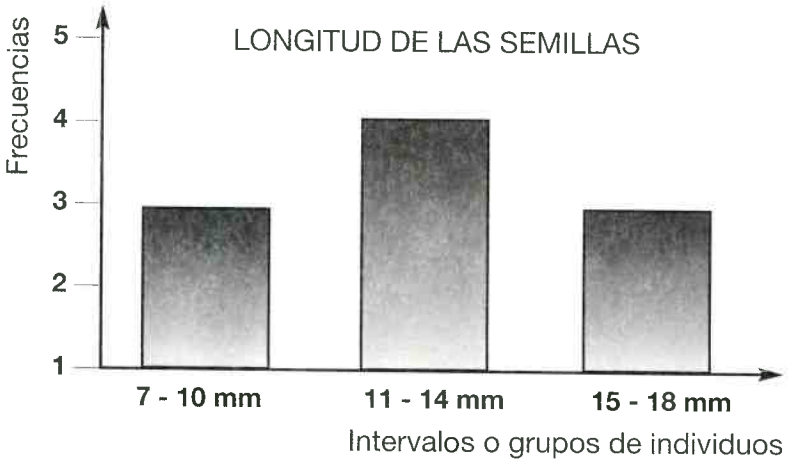
Intervalos	N
7 - 10 mm	3
11 - 14 mm	4
15 - 18 mm	3

3. Caracteres Cuantitativos Discretos o Merísticos

Incluyen a aquellos caracteres que son factibles de ser contados, enumerados y que por lo tanto, sólo consideran números enteros.

Si lo desea, otro grupo puede analizar con el mismo procedimiento el número de semillas ó que se encuentran en el interior de frutos secos como espino, tamarugo, de vainas de arvejas, habas o maníes. Se puede contabilizar el número de costillas que presentan ostiones, número de pétalos de flores, entre otros ; en fin, depende de su entorno y posibilidades.

d) Gráfico obtenido :



4. Observe el o los gráficos obtenidos y discuta las siguientes interrogantes :

— ¿ Cómo describiría a la población de porotos en función de la longitud de las semillas ?

— ¿ Entre qué valores de frecuencia se ubica el mayor número de individuos ?

— ¿ Qué significado evolutivo pueden tener los individuos que se ubican en los extremos del gráfico y en el centro ?

5. Según los resultados obtenidos, analice el valor que tiene la variabilidad desde el punto de vista evolutivo.

Sugerencia para trabajar con los alumnos

— En forma rápida puede hacer una encuesta en el colegio referente a los grupos sanguíneos, color de ojos y otros. También puede analizar la variabilidad de la estatura del curso en que trabaja. Depende de su imaginación.

— Puede interactuar con el o la docente de Matemática para la construcción de Tablas de Frecuencia y elaboración e interpretación de gráficos.

LECTURA

Concepto de Homología

Geoffroy Saint Hilaire, contemporáneo de Lamarck en el Jardín de Plantas de París y amigo de Cuvier, fue quien definió a los órganos homólogos como aquellos que tienen el mismo origen embrionario, y como no-homólogos los que no cumplen con este requisito.

Las homologías no implican necesariamente un parecido estructural entre los organismos, pues dos órganos homólogos pueden tener diferentes formas, tamaños y funciones. Otro aspecto a destacar es que Saint Hilaire junto a Etienne Serres constataron que los embriones de los animales superiores en el curso de su desarrollo pasaban transitoriamente por formas muy parecidas a las de los organismos inferiores adultos.

Esta idea es reinterpretada posteriormente por el alemán Ernst Haeckel (1834 - 1919) en la formulación de la *"Ley biogenética fundamental o Ley de la recapitulación de caracteres"* cuyo enunciado dice básicamente lo siguiente : "**La serie de formas por las cuales pasa un organismo individual a partir de la célula primordial hasta su pleno desarrollo, no es más que una repetición en miniatura de la larga serie de transformaciones sufridas por los ancestros del mismo organismo, desde los tiempos más antiguos hasta nuestros días** ".

Estas ideas, sin embargo, no trascendían a la opinión pública y tampoco sus autores cuestionaban la concepción fijista de la historia de lo viviente.

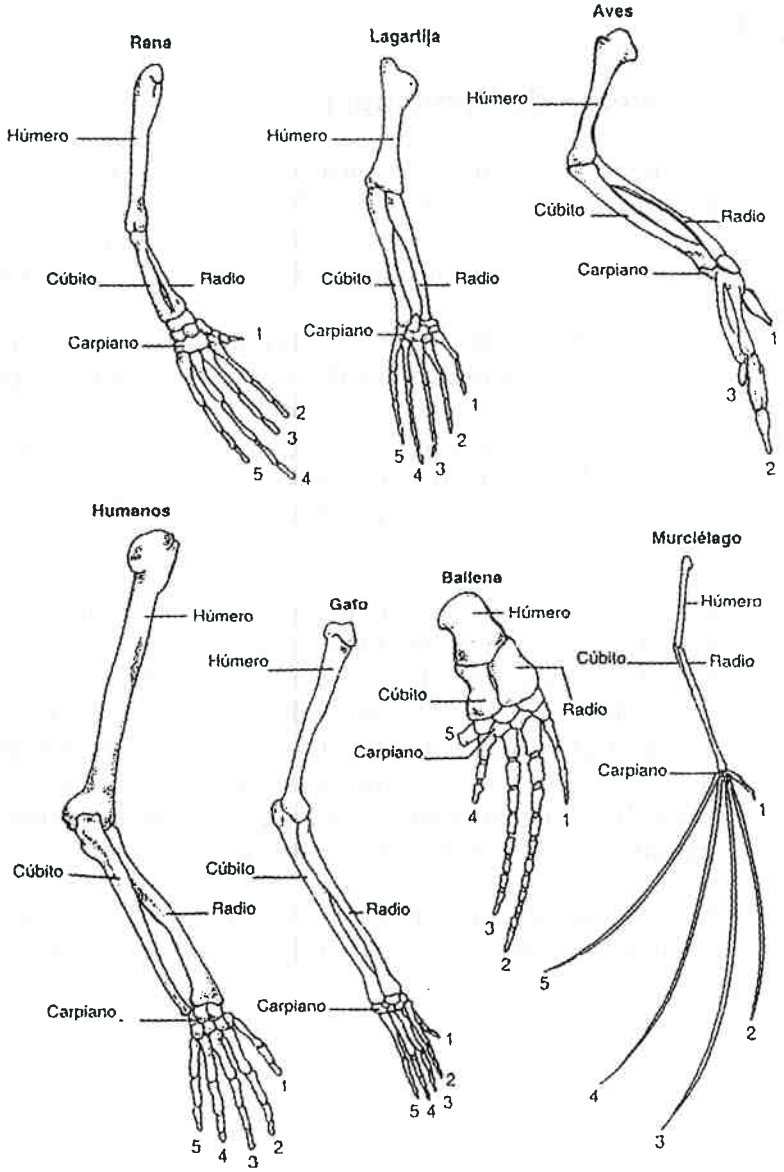


Fig. 3 : Homologías entre las estructuras esqueléticas de las extremidades anteriores de vertebrados. Fuente : Strickberger, 1990.

ACTIVIDAD SUGERIDA

" LAS HOMOLOGÍAS SON UN TESTIMONIO DE LOS LAZOS DE PARENTESCO ENTRE LOS SERES VIVOS "

Ejemplos de órganos homólogos en animales y vegetales

1. Descubriendo homologías

a) Compare el ala de un insecto, de un ave y de un murciélago. En todos ellos el ala tiene la misma función pero... Discuta las semejanzas y diferencias en función de la forma, tamaño, y estructuras de sostén.

b) La respiración en los animales se efectúa de diversos modos. Los camarones, jaibas, peces y renacuajos tienen branquias ; reptiles, aves y mamíferos respiran por pulmones. Ya que ambos tipos de órganos tienen funciones similares, ¿ Podrían ser considerados órganos homólogos ?

c) Los órganos rudimentarios también son una prueba de la evolución. Discuta las siguientes interrogantes :

— ¿ Qué significado evolutivo le da Ud. al hecho de que en la especie humana existan personas que pueden mover las orejas ?

— ¿ Cómo se explica el hecho de que a veces nazcan niños con un rudimento de cola ? ¿ Y el hecho de que no en todas las personas aparece la muela del juicio ?

2. Estableciendo un sistema de clasificación natural

Materiales : Papel, tijeras, cartulina, plumón, lápices

a. Analice la siguiente lista de animales conocidos por todos : sapos, merluzas, gatos, culebras, ballenas, lagartos, gorriones, tiburones, tortugas, cocodrilos, jureles, ranas, ñandúes, ratones, águilas, perros, canguros, delfines, hombres. Todos tienen algo en común : son Vertebrados.

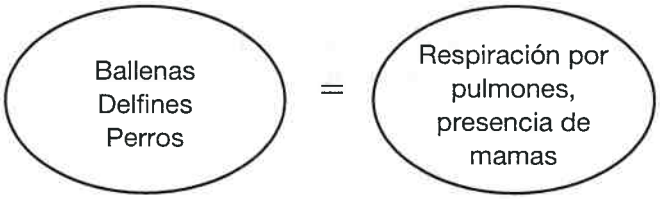
b. Cada profesor haga un listado de caracteres —morfológicos, fisiológicos, reproductivos, otros— más relevante para considerar a todos estos vertebrados como una unidad que tiene un ancestro común. Haga énfasis en las estructuras u órganos homólogos.

c. Una vez terminado el listado individual, compare sus resultados con los restantes y seleccione aquellos caracteres comunes a todo el grupo de Vertebrados trabajados.

d. A continuación compare cada animal con los demás para detectar similitudes —puntos de unión o parentesco— y diferencias —divergencia— entre ellos. Forme subgrupos en base a la presencia de caracteres compartidos o similitudes. Los subgrupos corresponden a la categoría de clasificación Clases.

e. Una vez delimitados los subgrupos busque caracteres propios a cada uno y que le permita a su vez considerar a cada subgrupo como una unidad.

f. A continuación utilice óvalos de papel recortados, en cuyo interior debe anotar el listado de todos los animales que formen un subgrupo o Clase y al reverso, anote los caracteres que permiten considerarlos, a su vez, como una unidad natural. Ejemplo :



g. Para establecer un sistema de clasificación natural tome el óvalo que incluya a juicio de Ud. los vertebrados más primitivos y sobre la cartulina ubíquelo en la base, luego en línea oblicua el siguiente hasta llegar al grupo más evolucionado. (Complementar con el cuadro cronológico). Puede unir los óvalos con una línea oblicua.

Tenga en cuenta que en la historia evolutiva de los vertebrados existen organismos primitivos ; es decir, que aparecieron antes a partir de los cuales se originaron los restantes. Discuta lo que Ud. considere carácter primitivo y evolucionado.

h. La idea es que se establezca una línea evolutiva que va desde organismos más primitivos hasta organismos más evolucionados.

i. De acuerdo con el listado de caracteres ¿ Podría señalar cuáles son las homologías que permiten establecer que los vertebrados tienen un ancestro común ?

j. Finalmente, elabore una síntesis cuya base sean los caracteres seleccionados de los principales cambios que han ocurrido en la evolución de los vertebrados.

SEGUNDA SESION

Las ideas de Lamarck y Darwin. . . .

EVOLUCIÓN Y SELECCIÓN NATURAL

LECTURA

Evolución por Selección Natural

" El problema que tenían los evolucionistas del siglo XVIII y mediados del siglo XIX, era explicar cómo ocurren las variaciones en las especies y cómo estas variaciones se transmitían a la descendencia y se mantenían en el tiempo "

En Inglaterra, a principios del siglo XIX Erasmus Darwin, evolucionista convencido y abuelo de Charles Darwin (1731 - 1802) sostuvo la idea de que todos los seres vivos, incluyendo el hombre se habían originado a partir de una fuente común. Sin embargo frente a la teoría de la herencia de caracteres adquiridos sostenida por Buffon y luego por Lamarck no tuvo un pronunciamiento definitivo.

Lamarck sostenía que el cambio de un carácter se debía a la acción del ambiente sobre el organismo y no a algún accidente o propósito no estipulado por el Creador. El sentido común indicaba que la progenie era una mezcla de los progenitores y solía creerse que había una mezcla de sangres. Esto podía explicar como las nuevas características se sostenían y mejoraban. Lamarck con su ejemplo de las jirafas, sostenía que si ambas jirafas progenitoras alargan un poco el cuello para alcanzar las copas de los árboles, su progenie tendrá los cuellos más largos. Sin embargo, con este sistema habría una uniformidad creciente a través de las generaciones y, por lo tanto, habría un efecto de " *dilución* " de los caracteres. Para el mismo ejemplo anterior, los progenitores comparten un mismo ambiente, de modo que los cuellos de ambos progenitores se afectarán de igual modo y así se reduce la *dilución*.

" Hasta comienzos del siglo XIX los razonamientos científicos seguían una orientación evolucionista. Sin embargo, el único mecanismo propuesto para explicar la evolución biológica era la herencia de caracteres adquiridos y su fijación en las especies mediante la acción del ambiente "

En 1858 se presentó ante la Sociedad Linneana de Londres un trabajo de los autores Charles Darwin y Alfred Wallace titulado " *De la tendencia de las especies a formar variedades y de la perpetuación de las variedades y especies por medio de Selección Natural* ". Ambos autores habían llegado en forma totalmente separada a la conclusión de que el principal factor que origina el cambio evolutivo es lo que ellos denominaron " Selección Natural ".

Los argumentos, ampliados un año más tarde por Darwin en su libro " *El Origen de las Especies* " fueron los siguientes :

a) Selección Artificial : El hombre creaba diferentes razas de animales y variedades de plantas de cultivo por medio de selección artificial. En su época aún no había nacido la genética, ya que la obra de Mendel, contemporáneo de Darwin fue conocida sólo a comienzos del siglo XX.

b) Lucha por la existencia : Los organismos se reproducen en progresión geométrica pero pocos llegan al estado adulto. En la mayoría de las especies animales y vegetales, una sola pareja de progenitores puede llegar a procrear miles o millones de descendientes. En la naturaleza se producen más individuos que los que pueden sobrevivir, por lo que tiene que haber necesariamente una " lucha por la existencia ".
Bajo este concepto Darwin contempla las mútiples y complejas relaciones entre los organismos y entre éstos y su medio ambiente.

c) Sobrevivencia del más apto : Sólo los organismos adaptados sobrevivirán a los cambios del ambiente, en cambio los no adaptados morirán ; esto implica el concepto de competencia.

d) Selección sexual : Se refiere a la competencia que ocurre entre los machos de una misma especie por aparearse con las hembras. Esta selección es la principal causa de dimorfismo sexual entre los individuos de una misma especie.

El **kale** es resultado de selección para hojas; yemas laterales dan los **repollitos de Bruselas**; flores y tallo originan el **brócoli**, el tallo **los rábanos** y los glomérulos florales **la coliflor**. Fuente Curtis 1990.

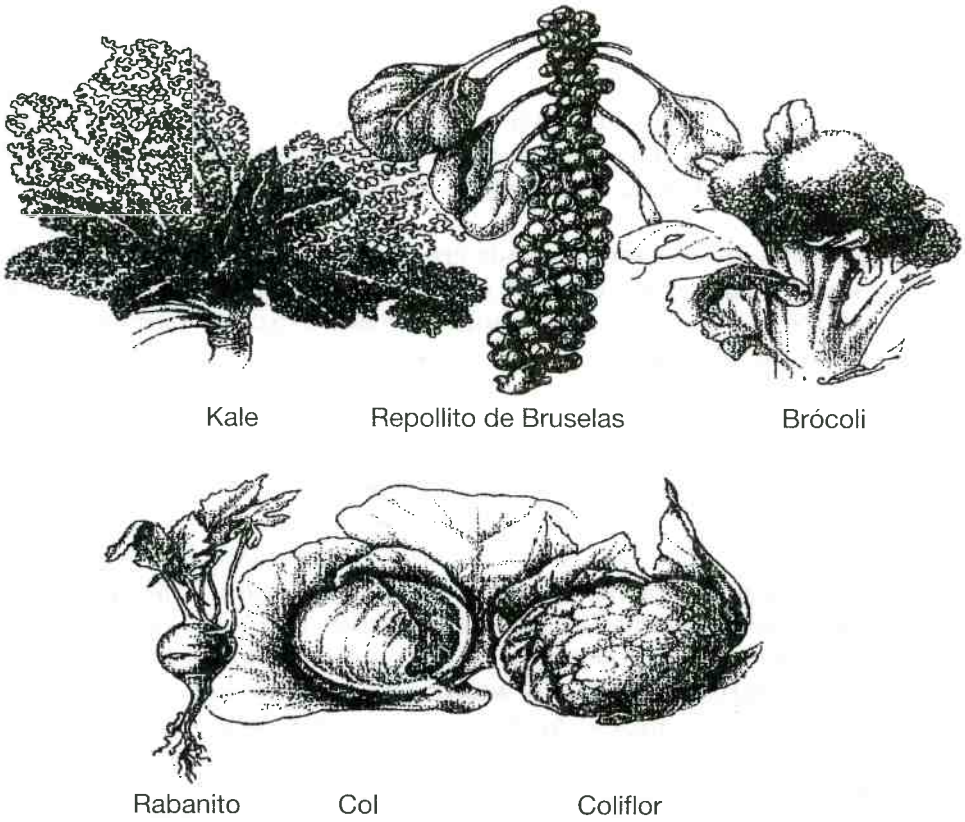


Fig. 4 : Selección artificial para la obtención de seis hortalizas derivadas de una sola especie vegetal *(Brassica oleraceae)*

ACTIVIDAD SUGERIDA

¿PUEDEN COMPROBARSE LAS TEORÍAS LAMARCKIANAS Y DARWINISTAS ?

1. En el contexto de la Evolución como Ciencia. ¿ Es factible comprobar la selección natural ? ¿ Existen ejemplos concretos que demuestren lo contrario ? Discuta con su grupo de trabajo.

2. Actualmente sabemos que una gran cantidad de organismos crean resistencia a agentes químicos o a la acción de virus y bacterias ; lo mismo ocurre con insectos como piojos, pulgas, moscas y también mamíferos como ratones y conejos

3. Analice el siguiente caso :

El conejo durante más de 200 años ha sido nocivo para los cultivos de pastos en Europa. Al ser introducido en Australia, la no existencia de enemigos naturales y su alta tasa de fertilidad le permitió multiplicarse enormemente llegando a constituir una seria plaga al competir con las ovejas por el alimento y también por la excavación del suelo. Para controlar la plaga se utilizó una enfermedad virulenta transmitida por las pulgas, la mixomatosis que destruyó en un primer momento alrededor del 90 % de la población de conejos de Australia. Sin embargo, al cabo de un tiempo, en la población de conejos australianos surgieron generaciones resistentes a la mixomatosis.

Preguntas :

— ¿ Qué ocurrió en la población de conejos infestada ?

— ¿ Es posible que todos los descendientes hayan creado una resistencia a la mixomatosis ?

— ¿ Cómo se explicaría este ejemplo en términos de selección natural ?

4. Otro caso :

Durante la época de Stalin, un científico ruso de nombre Lysenko afirmó que había establecido transmisión genética de características adquiridas en plantas de trigo. En uno de sus experimentos tomó una variedad de trigo que se utilizaba masivamente en el campo, pero que daba un rendimiento muy modesto y la cultivó durante varias generaciones en condiciones experimentales, con buena protección, suministro de agua, fertilizantes, etc. Como resultado observó que el rendimiento creció notoriamente en las generaciones sucesivas. Luego ensayó durante un año en condiciones normales en el campo y obtuvo un rendimiento mayor que el original. Lysenko afirmó que al producir rendimientos mayores bajo condiciones ideales, había " condicionado " el trigo a transmitir esta capacidad a las generaciones subsiguientes.

Lysenko tuvo una gran cantidad de opositores, genetistas clásicos encabezados por el famoso genetista Vavilov quien fue perseguido y encarcelado por estar en contra de las ideas de Lysenko.

Preguntas :

— Analizando el texto y a la luz de la genética moderna ¿ Cómo interpretaría Ud. los resultados obtenidos por Lysenko ?

— ¿ Realmente existió transmisión de caracteres adquiridos ?

— ¿ Cómo interpretaría los resultados desde el punto de vista darwinista y de la selección natural ?

ACTIVIDAD SUGERIDA*

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA EVALUAR SELECCIÓN NATURAL

Materiales : 5 recipientes plásticos o maceteros, tierra vegetal, agua, semillas de porotos, lentejas o maíz, regla o huincha métrica.

1. Genere con su grupo de trabajo una o dos preguntas a responder. Por ejemplo :

   ¿ Todas las semillas germinarán al mismo tiempo ?

   ¿ Todas las plantas crecerán de la misma manera ?

   ¿ Existirá competencia entre las plantas de un mismo recipiente ? ¿ Cómo se puede medir ?

   ¿ Serán heredables los rasgos medidos ?

   ¿ Qué implicancias tendrá para la Selección Natural el que sean heredables o no ?

2. Colocar a germinar en cada recipiente 10 semillas elegidas al azar y tratar de mantener ambos recipientes en similares condiciones de temperatura y humedad. Cada recipiente debe ser numerado y controlado cada 2 días.

3. Observar y registrar el número de semillas germinadas, el tiempo que transcurre entre una y otra y medir el crecimiento de las plantas durante 1 mes aproximadamente.

4. Una vez finalizada la actividad, separe y ordene las plantas de mayor a menor tamaño. Mida la longitud desde la raíz hasta el ápice ; cuente número de hojas y establezca algunos parámetros que le permitan discriminar entre plantas más vigorosas y menos vigorosas.

*** Esta es una actividad que puede ser realizada en conjunto con los alumnos ya que implica un mes de trabjo, aproximadamente.**

5. Los datos pueden ser analizados según la metodología propuesta en la primera actividad de la sesión anterior. (Tabla de Frecuencia)

6. Reúnase con el grupo de trabajo y responda a la luz de los resultados obtenidos las preguntas generadas al inicio de la actividad.

Sugerencia para trabajar con los jóvenes

— Genere debates respecto de las consecuencias de la utilización por el hombre de la Selección Artificial sobre los recursos animales y vegetales.
— Invítelos a investigar sobre la resistencia adquirida por los insectos frente a la exposición sistemática a insecticidas.

TERCERA SESIÓN

Registro en las rocas y paleontología

"LOS FOSILES NOS PUEDEN INDICAR CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE LA TIERRA."

“ Cada ser vivo tiene una historia ; cada especie viviente tiene una historia. La vida en su conjunto tiene una historia. “

Guichard, F. et V. Roudeau. 1995. Découvrez l'Evolution de la vie. Guide de la salle de découverte. Museum National D'Histoire Naturelle. París

Problemática a resolver :

" La larga historia de la tierra está registrada en las rocas que se encuentran en su superficie o cerca de ella, formando pilas de capas superpuestas como los capítulos de un libro. Cada estrato puede ser fino como un papel o medir muchos metros de espesor y ambos pueden diferenciarse por ejemplo, por los pequeños fósiles que contienen y que corresponden a determinados períodos de la historia de la tierra. "

LECTURA

Los Fósiles

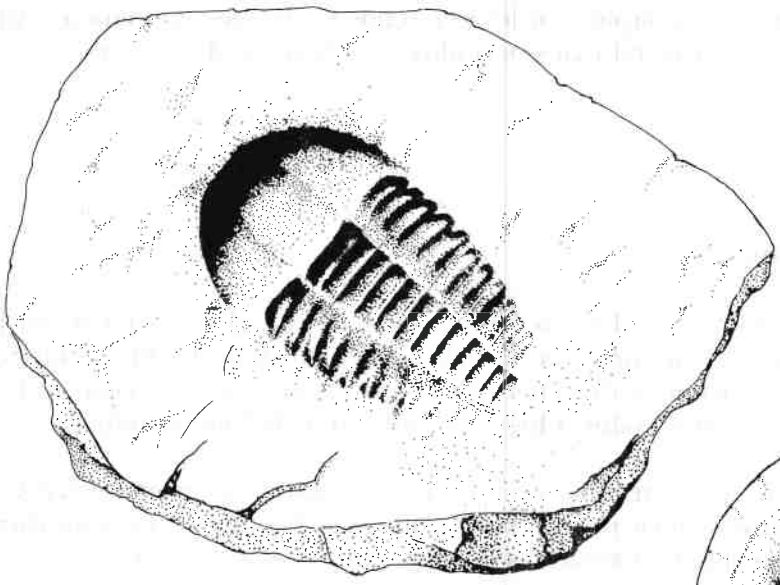
Los organismos actualmente vivientes sólo constituyen parte de la biota que en forma continua ha habitado la biosfera durante millones de años. La existencia de seres vivos en otras épocas geológicas queda demostrada por los **fósiles, objeto de estudio de la Paleontología.**

Un fósil es un resto orgánico, de una época geológica anterior conservado de forma natural en las rocas o sedimentos más blandos y que suministra información sobre los caracteres de un organismo desaparecido.

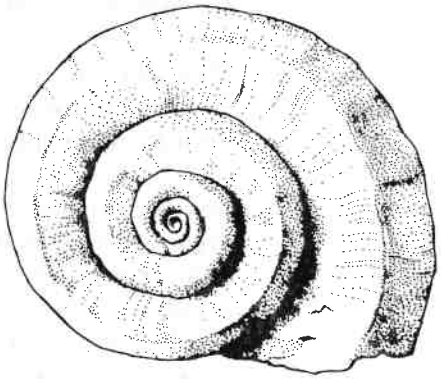
Los organismos muertos suelen ser degradados rápidamente por los organismos *necrófagos* o bien por procesos de *putrefacción,* pero si son cubiertos prontamente ya sea por lodo bajo el agua, sedimentos eólicos o polvo volcánico, la descomposición es más lenta y las partes duras pueden conservarse. Si los materiales que los rodean se transforman luego en roca y no son aplastados ni recalentados, los restos se conservarán durante largos períodos.

Un fósil puede ser una parte dura inalterada, tal como un esqueleto, un diente o una concha, o bien un molde en el que las partes duras primitivamente existentes han sido disueltas y arrastradas por el agua de filtración, dejando una cavidad que muestra la forma original ; también puede tratarse de una petrificación en la que el original ha sido reemplazado partícula a partícula por otra sustancia mineral, conservándose los más mínimos detalles. También un fósil puede ser un molde interno de mineral que rellena un molde externo, reproduciendo sólo los caracteres externos. Incluso las partes blandas pueden dejar impresiones en los sedimentos finos. Finalmente, existen algunas huellas fósiles de la actividad de ciertos animales en forma de pisadas, madrigueras, tubos y desechos orgánicos (fecas). El ámbar, resina producida por las coníferas

también es un medio excelente para mantener organismo pequeños fosilizados como insectos y arácnidos.



Trilobite
(PALEOZOICO)



Ammonite
(MESOZOICO)

Pez Ostracodermo
(PALEOZOICO)

Fig. 5 : ORGANISMOS YA EXTINGUIDOS

ACTIVIDAD SUGERIDA

" LOS FÓSILES NOS PUEDEN INDICAR CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DE LA TIERRA "

Analice la siguiente problemática :

La Cordillera de Los Andes es rica en yacimientos fosilíferos sobre todo de organismos marinos. Por ejemplo, en la localidad de Lo Valdés, (Cajón del Maipo) Provincia Cordillera, existen fósiles de almejas marinas a más de 3000 mts. de altura sobre el nivel del mar.

1. ¿ Qué explicación lógica se puede dar a la existencia de estos fósiles en ese lugar ?

2. ¿ Cuánto tiempo debe haber transcurrido para que la Cordillera de los Andes se eleve 3000 metros sobre el nivel del mar ?

3. Observe el Cuadro Cronológico que aparece más adelante. La Cordillera de Los Andes comenzó a formarse a partir del período Terciario, es decir, es bastante nueva.

   Ejercicio :

   Realice el siguiente cálculo : Si una montaña se eleva en forma continua cada año 0.3 mm. ; entonces, al transcurrir un determinado número de millones de años alcanzará :
   En 100 años =
   En 1 000 años =
   En 10 000 años =
   En 100 000 años =
   En 1000 000 años =
   En 30 millones de años : (Tiempo calculado para la C. de Los Andes)

4. Grafique las variables :
   X= Tiempo en Miles de años e
   Y= Alturas en Miles de metros

5. Analice la curva obtenida. ¿ Qué representa ? ¿ Existe crecimiento continuo en la realidad ?

6. ¿ Qué factores pueden influir en la disminución o aceleración del crecimiento altitudinal ?

7. Discuta el resultado. ¿ Es lógico pensar de este modo ?

— ¿ Explica este razonamiento la existencia de fósiles marinos a tan grandes alturas ?

— Discuta sobre la importancia que el estudio de los fósiles ha tenido para la formulación de la teoría evolutiva.

8. Ante el creciente aumento del consumo de energía por el hombre se cuestiona que las reservas de " combustible fósil " corren peligro de desaparecer. Usando como referente esta premisa discuta sobre las siguientes interrogantes :

— ¿ Qué es el combustible fósil ?

— ¿ Cuál es su origen y qué organismos lo han formado ?

— ¿ Qué edad aproximada calcula Ud. que tienen los yacimientos ?

9. Si hay disponibilidad en el colegio de equipo computacional y conexión a Internet puede complementar la información sobre fósiles en los buscadores Altavista en español y Yahoo en inglés. Puede acceder a imágenes y noticias actualizadas

Direcciones electrónicas : Altavista : http : //www. netwaybs. com. br

CUARTA SESIÓN

El Cuadro Cronológico

" NUMEROSAS ROCAS Y LOS FÓSILES QUE CONTIENEN, HAN PERMITIDO RECONSTITUIR ESCENAS DEL PASADO, CON SUS SERES VIVOS, SUS PAISAJES Y SUS CLIMAS. "

El Cuadro Cronológico es un calendario o tabla de edades geológicas, en el cual se registra la historia de la tierra y es el resultado de un esfuerzo combinado de muchas generaciones de Geólogos y Paleontólogos que han estudiado la Petrología, Estratigrafía y Paleontología de la corteza terrestre.

Está dividido en intervalos de tiempo llamados Eras, Períodos, Epocas y Edades. Las Eras están marcadas y limitadas por grandes movimientos y plegamientos de la corteza terrestre que originaron a su vez grandes sistemas montañosos.

Las grandes Eras geológicas denominadas **Precámbrico** o **Cryptozoico, Paleozoico, Mesozoico** y **Cenozoico** fueron identificadas y denominadas a comienzos del siglo XIX. A estas eras se las subdividió en Períodos, muchos de los cuales llevan el nombre de las regiones donde primero se estudiaron los respectivos estratos o bien donde se los estudió mejor. Por ejemplo, Devónico, por Devonshire en Inglaterra meridional ; Pérmico, por la provincia de Perm en Rusia ; Jurásico, por las montañas del Jura en los Alpes entre Francia Suiza, y así sucesivamente.

A partir del Cámbrico, el cuadro cronológico se basa en el primer registro inequívoco de fósiles de organismos eucariontes, con una antiguedad aproximada a 700 millones de años.

ERA	PERIODO	EDAD Millones de años	ACONTECIMIENTOS
CENOZOICO 65 a hoy día	CUATERNARIO	Holoceno Pleistoceno	EVOLUCION DEL HOMBRE
	TERCIARIO	65 a 1.8	RADIACION MAMIFEROS RADIACION INSECTOS RADIACION AVES
MESOZOICO 245 a 65 m. a.	CRETACICO	146 a 65	EXTINCION DINOSAURIOS PRIMERAS PLANTAS CON FLORES
	JURASICO	208 a 146	RADIACION DINOSAURIOS PRIMERAS AVES
	TRIASICO	245 a 208	PRIMEROS MAMIFEROS REPTILES MAMIFEROIDES
PALEOZOICO 544 a 245 m. a.	PERMICO	286 a 245	EXTINCIONES MARINAS MASIVAS
	CARBONIFERO	360 a 286	PRIMEROS REPTILES RADIACION MUSGOS Y HELECHOS
	DEVONICO SILURICO	410 a 360 440 a 410	PRIMEROS ANFIBIOS DIVERSIFICACIONES PECES CON MANDIBULAS PRIMERAS PLANTAS TERRESTRES
	ORDOVICICO	505 a 440	DIVERSIFICACION METAZOOS
	CAMBRICO	544 a 505	DIVERSIFICACION DE INVERTEBRADOS "EXPLOSION DEL CAMBRICO"
CRYPTOZOICO o Precámbrico	EDIACARENSE	700	PRIMEROS METAZOOS CON ESTRUCTURAS ESQUELETICAS
			PRIMEROS METAZOOS DE CUERPO BLANDO
		3800 a 2500	PRIMEROS ORGANISMOS PROCA-RIOTAS (CIANOFICEAS Y BACTERIAS)

Fig. 6 : CUADRO CRONOLOGICO DE LA HISTORIA DE LA VIDA EN LA TIERRA
Fuente : Internet. UCMP Web Life. 1997

LECTURA

Las grandes Eras en la Historia de la Tierra

a) Era Precámbrica o Cryptozoico :

Comienza hace 4600 millones de años con la formación de la corteza terrestre y rocas graníticas, mares primitivos y aparición de los primeros organismos que corresponden a **algas cianofíceas, procariontes** productores de estromatolitos, con una edad aproximada entre 3500 a 3600 millones de años. Otras evidencias son los fósiles encontrados en Guntflint, Canadá con una antiguedad de 1900 millones de años similares a las bacterias y cianofíceas actuales. Otra formación de fósiles procariontes importantes son los de Bitter Spring en Australia central con una edad aproximada de 900 millones de años.

b) Era Paleozoica

Es la primera y más extensa Era; está marcada en el registro fósil por la aparición brusca de abundantes fósiles marinos preservados en los sedimentos, entre los que destacan moluscos, artrópodos, peces y algas acuáticas.

La compleja fisiología de estos animales indica que tuvo que transcurrir un largo período de evolución previa de animales invertebrados de cuerpo blando durante el Precámbrico. Rocas del período Cámbrico de 570 millones de años contienen restos de varios animales invertebrados marinos, tales como esponjas, medusas, estrellas de mar y crustáceos.

Estos fósiles corresponden a faunas con planes de organización corporal similar a los de diversos animales actuales. Estos invertebrados alcanzaron altos grados de desarrollo y, por lo tanto, deben haberse diferenciado durante el período precedente o Precámbrico. El mar del Paleozoico estaba dominado por animales artrópodos llamados Trilobites y grandes escorpiones de agua llamados Eurypetridos.

También eran abundantes los moluscos Nautiloídeos, esponjas, corales y un sinnúmero de formas de invertebrados. Hace casi 400 millones de años (Devónico), los mares comenzaron a poblarse de peces cuyo esqueleto óseo de constitución cartilaginosa, no permite la fosilización, razón por la cual el registro fósil es muy escaso.

Juntos a estos peces sin mandíbulas (Ciclóstomos) cuyos representantes actuales son las Lampreas de agua dulce y los Elasmobranquios (pejegallos, tiburones, torpedos y rayas), evolucionó otro grupo de peces los **Crossopterigios,** llamados también, peces con aletas lobuladas que están en la base de la evolución de los vertebrados e iniciaron la conquista del ambiente terrestre.

c) Era Mesozoica

La flora y fauna preservada en las rocas del Mesozoico son muy diferentes de las del Paleozoico. Además de los **Dinosaurios,** reptiles característicos de esta era, aparecen las primeras Aves y pequeños Mamíferos. Característicos en el mar son los **Ammonites,** moluscos de concha enrollada que después de alcanzar una gran diversidad de formas se extinguieron a fines del Mesozoico.

Las plantas conquistan definitivamente el ambiente terrestre, aparecen los helechos con raíces, tallos y que son reemplazadas gradualmente por las plantas con semilla, dominando las **Coníferas.** El Mesozoico por lo tanto es la **Era de las Gymnospermas.**

d) Era Cenozoica :

Se caracteriza por la diversificación de los Mamíferos, Aves e Insectos sobre todo de los polinizadores asociados a la diversificación de las plantas con flores o **Fanerógamas.**

El hombre hace su aparición en el último millón de años de la historia de la Tierra.

ACTIVIDAD SUGERIDA

" Durante 2600 millones de años, en la Tierra sólo existieron organismos unicelulares que no necesitaban oxígeno para vivir. Actualmente existen organismos que viven en condiciones similares en las zonas de surgencias hidrotermales en el fondo de los océanos ".

1. Con los antecedentes expuestos reflexione sobre la interrogante : ¿ La vida se originó en el mar o en el ambiente terrestre ?

2. Con un poco de imaginación, trate de recrear el ambiente abiótico en el cual está empezando a evolucionar los primeros organismos. Se trata de un ambiente acuático, pero ¿ es agua salada ? ¿ Existe oxígeno gaseoso en el agua o atmosférico ?

3. ¿ Qué condiciones abióticas deberán cumplirse para que se origine la diversidad biológica que conocemos actualmente ?

4. ¿ Cómo se imagina el ambiente terrestre ? ¿ Quiénes se originaron primero, plantas o animales?

5. Observe la columna **Acontecimientos** y trabaje interpretativamente el Cuadro Cronológico, utilizando los siguientes criterios :

   — Analice los cambios en los grados de complejidad que presentan los organismos.

   — Elabore un listado con las novedades evolutivas que van apareciendo a medida que avanzamos hacia nuestra era.

   — Observe la columna Período y Edad. Cada Período está marcado por un acontecimiento importante. Analice, por ejemplo, el caso de la aparición de dinosaurios y su extinción.

   — Si tiene a su disposición Internet, busque y seleccione información sobre las Eras y Acontecimientos que a su juicio resulten relevantes y de interés para los jóvenes al momento de enseñar esta temática.

SUGERENCIA :

Se sugiere revisar en el Módulo de Ciencias Sociales el cuadro cronológico de ondas comparativo. Oliva, M. A. 1997. Mece-Media. Mineduc

A MODO DE CIERRE

La historia de la Tierra está escrita en sus rocas y la de sus habitantes en el registro fósil ; así la geología y paleontología se complementan mutuamente. Un examen detallado de las rocas sedimentarias, permite reconstruir ambientes pasados, determinar si hubo o no en ellos vida, y si esto es afirmativo, determinar qué clase de vida era.

Los biólogos admiten que la enorme diversidad de animales y plantas que conocemos actualmente, evolucionaron a partir de organismos elementales que aparecieron hace más de tres mil millones de años. Una prueba concreta son los estromatolitos, estructuras sedimentarias construidas por microorganismos como bacterias y algas cianofíceas. Los microfósiles obtenidos a partir de sedimentos estromatolíticos silicificados, representan comunidades bentónicas compuestas exclusivamente por cianobacterias, que corresponden a procariontes fotosintéticos, que exhiben una notable semejanza externa con las cianobacterias.

Referencias Bibliográficas

CURTIS, H. 1990. *Biología. Editorial Médica Panamericana,* 1255 pp.

DELSOL. M. 1997. *Evolutions et religions. Pour la Science.* L'Evolution. Janvier : 12 - 13

GUICHARD, F. ET V. ROUDEAU-LECLERQ. 1995. *Découvrez l'Evolution de la vie. Guide de la salle de découverte.* Múseum-National d'Histoire Naturelle. Paris : 1 - 79

HAWKING, S. 1988. *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros.* Editorial Crítica (Grijalbo) : 245 pp.

LE GUYADER, H. ET J. GÉNERMONT. 1997. *L'Evolution : Une histoire des idées. Pour la Science.* L'Evolution Janvier : 4 - 8

LEVINTON, J. 1993. *" La Edad de oro de la Evolución Animal ".* Investigación y Ciencia (enero) : 44 - 52.

STRICKBERGER, M. 1990. *Evolución.* Ediciones Omega, S A. Barcelona. 572 pp.

VALENTINE, J. 1978. *" La Evolución de las plantas y animales pluricelulares".* Investigación y Ciencia. (noviembre) : 71 - 83.

Resumen

La historia de la Tierra está escrita en sus rocas y la de sus habitantes, en el registro fósil, así la geología y paleontología se complementan mutuamente. Un examen detallado de las rocas sedimentarias permite reconstruir ambientes pasados, determinar si hubo o no en ellos vida, y si esto es afirmativo, determinar qué clase de vida era.

Los biólogos admiten que la enorme diversidad de animales y plantas que conocemos actualmente evolucionaron a partir de organismos elementales que aparecieron hace más de tres mil millones de años. Una prueba concreta son los estromatolitos, estructuras sedimentarias construidas por microorganismos como bacterias y algas cianofíceas. Los microfósiles obtenidos a partir de sedimentos estromatolíticos silicificados, representan comunidades bentónicas compuestas exclusivamente por cianobacterias que corresponden a procariontes fotosintéticos que exhiben una notable semejanza externa con las cianobacterias.

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE EDUCACIÓN
PROGRAMA MECE-MEDIA