
AVANCES EN LA TAXONOMÍA DE LOS PROTISTAS*

Eucario López-Ochoterena**

* Publicado originalmente en;
Llorente J. e I. Luna Eds. 1991. Taxonomía
biológica.

Fondo de Cultura Económica, México.

**Laboratorio de Protozoología. Instituto de
Ciencias del Mar y Limnología.
Universidad Nacional Autónoma de México.
México, D.F. 04510.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un gran interés de parte de muchos biólogos sobre el origen evolutivo de los eucariotes multicelulares más complejos a partir de los eucariotes "inferiores", por lo que es natural que la atención se enfoque hacia el grupo pivotal, los protistas.

Libros y trabajos poco reflexivos pero estimulantes, han aparecido en los últimos años para atestiguar la creciente popularidad de tópicos que van de la bioquímica y la ultraestructura de los componentes subcelulares de los protistas, hasta las posibles relaciones filogenéticas y evolutivas entre los grupos de algas y protozoarios mejor conocidos y otros taxa a menudo descuidados de organismos que no forman tejidos.

La teoría de la endosimbiosis (Margulis, 1970, 1981) ha disfrutado de un reconocimiento muy marcado. Ciertas características taxonómicas no tomadas en consideración, basadas principalmente en datos ultraestructurales y moleculares actualmente disponibles, han sido ocasionalmente tomadas en consideración (Jiménez-García *et al.*, 1989).

El objetivo de este artículo es abordar los problemas taxonómicos y nomenclaturales que se han presentado para reconocer el reino Protista, así como tratar de explicar los diferentes taxa de protistas generalmente reconocidos.

La aceptación de la Protistología como entidad válida, permite ignorar la mayor parte de las controversias acerca de la "animalidad" o "vegetalidad" de los organismos en cuestión (Jennings y Acker, 1970).

De acuerdo con esto, se redefinirán brevemente los reinos que contienen los diferentes phyla de organismos conocidos. Muy a menudo, los proponentes de un reino separado de protistas han caracterizado a este de una manera negativa. Por ejemplo, Margulis y Schwartz (1982) plantean: "el reino Protoctista es definido por exclusión; sus miembros no son animales, ni plantas, ni hongos, ni procariotes". Por otra parte los numerosos nuevos phyla de protistas creados en años recientes han sido a menudo nombrados sin comentarios o diagnosis comparativas, situación que puede conducir rápidamente hacia el caos. Algún grado de estabilización taxonómica y nomenclatural es necesaria a este respecto, ya que el número de phyla de protistas es alto.

Por razones diversas, la corriente de proposiciones que envuelven cambios nomenclaturales drásticos, dejan estos sin explicación en los textos de los trabajos que los contienen.

Una de las principales sugerencias es retener el mayor número de nombres de grupos ya establecidos, para evitar en lo posible la confusión que puede originarse con los cambios nomenclaturales. Esto podría retrasar la increíble "movilidad taxonómica" actual entre los grupos de protistas de mayor nivel (Corliss, 1984).

Más que un pretexto es una realidad, urgir la adopción del nombre Protista para los organismos aquí discutidos; en lugar de "Protoctista" señalando entre otros argumentos, los propuestos por Haeckel (1878, 1887), por Copeland (1956) y por Corliss (1984).

Existe otro problema creado por algunos biólogos modernos, quienes consideran que el término protista obligatoriamente implica organismos muy pequeños (y solamente muy pequeños) lo cual es totalmente inaceptable.

El tamaño es difícilmente un argumento evolutivamente válido tanto para separar grupos como para determinar el nombre de todos los agrupados en un taxón. Si se cree en el concepto de un reino separado para los eucariotes "inferiores", el nombre debe de ser tan simple como descriptivo sea posible.

Los protistas han sido considerados como miembros tanto de un grupo de protozoarios, como de un grupo de algas o de un grupo "protozoalgal" (formas reclamadas por los zoólogos como protozoarios y simultáneamente consideradas como algas por los botánicos) o de un grupo de hongos inferiores, o paralelamente con la situación de algunas algas y protozoarios, como un grupo "protohongal". Debe de pensarse "Protista" y abandonar las categorías de "protozoarios", "Algas" y "Hongos inferiores" o cualquier posible combinación entre ellas.

Los protistas incluyen varias ramas evolutivas con distinta filogenia. Sleight (1989) aún considera cuatro grupos (de protozoarios) en la forma tradicional: flagelados, sarcodarios, ciliados y esporozoarios.

Sin embargo, el taxón Protozoa no existe más, pero el concepto de protozoario como protistas animales es aun valioso.

DEFINICIÓN DE LOS CUATRO REINOS EUCARIÓTICOS

En taxonomía es claro y evidente que entre más alto sea un rango jerárquico, menores serán los caracteres diferenciales requeridos.

Los 4 reinos del super reino EUKARYOTA (Animalia, Plantae, Fungi, Protista) poseen en común un núcleo limitado por una membrana, conteniendo cromosomas compuestos de ADN, ARN y proteínas. Esta propiedad es suficiente para reconocer la gran separación evolutiva irreversible entre los eucariotes y los PROKARYOTA (Steiner *et al.*, 1970).

El super reino Prokaryota es a su vez divisible en varios reinos (Archaeobacteria, Eubacteria, etc.) (Forterre, 1986). Debe de mencionarse como ejemplo que el "alga" *Prochloron* y las "algas verde-azules" (cyanobacteria) son procariotes y no son consideradas "algas" y por tanto no están incluidas en este ensayo.

El criterio que puede aplicarse para reconocer cuatro unidades distintas de alto nivel de organismos dentro de los eucaryota es la clase y grado de la organización celular.

También pueden considerarse la combinación de otros caracteres -presencia o ausencia de (ciertos tipos de) paredes celulares- pero la existencia de un único y verdadero tejido funcional está limitado a los animales y plantas (los únicos grupos de organismos vasculares). Así los primeros muestran un mayor grado de complejidad histológica, diferenciación y diversidad que los que se presentan en los segundos (Tablas 1, 2).

TABLA 1

REINO ANIMALIA Linnaeus, 1753

Organismos eucarióticos sin paredes celulares, con más de un tipo o clase de tejidos. Exhiben un modo heterotrófico (principalmente fagotrófico) de nutrición, a menos que estén autotróficamente adaptados debido a la presencia de endosimbiontes fototróficos o quimiotróficos o xenosomas. Las especies asignables aquí son comúnmente macroscópicas en tamaño y siempre multicelulares, demostrando una organización altamente diferenciada a nivel de tejido y órgano y casi sin excepción, muestran un desarrollo embriológico complejo durante la ontogenia, con inclusión de estadios identificables de blástula y gástrula. Las crestas mitocondriales son planas o en forma de placa, con la notable excepción de las células de la corteza adrenal de los vertebrados. Meiosis gamética es la regla. La gran mayoría de los animales son móviles. Alrededor de 1,500,000 de especies válidas, fósiles y contemporáneas han sido registradas.

TABLA 2

REINO PLANTAE Linnaeus, 1753

Organismos eucarióticos con paredes celulares, compuestas de celulosa, con más de un tipo o clase

de tejidos. Tienen un modo autotrófico (fototrófico con clorofilas α y β de nutrición, excepto en casos raros en los que los cloroplastos se han perdido secundariamente. Las especies asignables aquí son comúnmente macroscópicas en tamaño y son siempre multicelulares y vasculares (excepto briofitas) demostrando un alto grado de organización (típicamente: raíces, tallos, hojas). Tienen sus plastidios rodeados por dos membranas solamente. Las crestas mitocondriales son planas o en forma de placa. Meiosis gamética es la regla. La gran mayoría de las plantas se han adaptado a la vida terrestre sedentaria, con formas vegetativas o tróficas, por lo tanto raramente móviles. Cerca de 500,000 especies fósiles y contemporáneas han sido descritas.

Los hongos pueden manifestar un verdadero desarrollo de su micelio, pero este nunca funcionará como tejidos múltiples, fundamentalmente distintos en el estado vegetativo. Los verdaderos hongos son también únicos, con la completa ausencia de flagelos o cilios, la posesión de paredes celulares quitinosas y en tener estados vegetativos que son haploides y dicarióticos (Tabla 3).

TABLA 3
REINO FUNGI Linnaeus, 1753

Organismos eucarióticos con paredes celulares quitinosas, con una organización micelar de células vegetativas, fundamentalmente no representando más de una sola clase de tejido. Exhiben un tipo exclusivamente osmotrófico de nutrición heterótrofa (no fotosintética). Todas las especies asignables aquí son a menudo macroscópicas en tamaño y siempre multicelulares (a no ser que secundariamente hayan sido reducidas a la unicelularidad) en algún estadio de su ciclo de vida. La organización filamentososa o hifal (cenocítica o septada) de los hongos, puede resultar en la formación de un talo verdaderamente complejo (micelio) pero este nunca alcanzará un estado de diferenciación reconocible como múltiples tejidos; no existen hongos vasculares. Las crestas mitocondriales son planas o en forma de placa y las cisternas de Golgi no están apiladas. Meiosis cigótica es la regla. Sin pseudópodos, flagelos o cilios (o centriolos regulares) en algún estadio de su ciclo de vida, los verdaderos hongos son únicamente móviles pasivamente. Alrededor de 100,000 especies, fósiles (raras) y contemporáneas han sido descritas.

Los protistas por su parte muestran multicelularidad con variación en ciertos grupos y ocasionalmente un cuerpo de gran tamaño. También fallan para demostrar la organización de células en dos o más tejidos funcionales claramente diferenciados (Tabla 4).

TABLA 4
REINO PROTISTA Haeckel, 1866

Organismos eucarióticos, con no más de un tejido a lo sumo. De hecho las especies asignables aquí son predominantemente unicelulares en su organización y microscópicas en tamaño. Las relativamente pocas formas sincitiales, coenocíticas, cenobiales o multicelulares (generalmente en la forma de filamentos, hifas, colonias, cenobios o talos) están sin organización en tejidos. Tamaños microscópicos son alcanzados entre especies de pocos grupos y no hay formas vasculares. Especies móviles (a menudo biflageladas o multiciliadas o con pseudópodos en algún estadio de su ciclo de vida) son considerablemente más numerosas y más extendidas a través de los taxa contenidos que las especies no móviles. Los protistas es un grupo que exhibe todos los modos de nutrición, con formas comunes fototróficas (utilizando varias clorofilas) y heterotróficas (fagotróficas, pinocitóticas, osmotróficas). Las crestas mitocondriales son tubulares, lamelares (aplanadas) o discoidales. La meiosis puede ser gamética, cigótica o esporica. Alrededor de 120,000 especies pueden ser tentativamente consideradas válidas y aceptables.

Mientras que la mayoría de los Protistas pueden considerarse como "Prisioneros de su unicelularidad" (Corliss, 1981) ellos están actualmente relacionados con complejidades internas y externas -citoarquitectura- mucho más diversas que las que pueden encontrarse entre los miembros de los otros tres reinos eucarióticos. Al mismo tiempo, los protistas muestran flexibilidad o plasticidad en su modo de nutrición, recorriendo la escala de la autotrofia a la heterotrofia; en la organización de sus crestas mitocondriales y en su tipo de locomoción, entre otras características.

Los métodos de nutrición sirven como caracteres distintivos útiles: los animales son primariamente y comúnmente (aunque no exclusivamente) heterótrofos fagotróficos; las plantas son autótrofas, con una rara pérdida secundaria de clorofila y los hongos son exclusivamente heterótrofos osmotróficos. Estos tres conglomerados muestran solamente crestas planas o en forma de placa en sus mitocondrias (una excepción mayor ha sido encontrada en las células de la corteza adrenal de los vertebrados). Así los Protistas no son ni mini-plantas, o mini-animales, ni una combinación de los dos (Corliss, 1984).

Según Corliss (1981) las especies de protistas no deben verse como un estado de transición -o nivel de organización- uniendo la brecha entre procariotes y grupos eucarióticos. Ellas tienen una integridad y una cohesión taxonómica y filogenética por sí mismas.

Elucidar las verdaderas relaciones evolutivas que hay entre los protistas, significa entender mejor los orígenes de la vida y la evolución gradual de formas unicelulares a multicelulares (López Ochoterena y Madrazo-Garibay, 1984).

Si los clorobiontes (serie Chlorophyta) por ejemplo, dieron origen a las plantas no es razón, por sí misma, para insistir que tales protistas ancestrales deben de ser incluidos dentro del reino Plantae.

De hecho una idea errónea muy común, acerca de los grupos de protistas, es la de que todos ellos deben haber aparecido *in toto* primero (antes que cualquier especie de plantas, animales u hongos) sobre la faz de la tierra. La observación general nos hace ver que muchos conjuntos de protistas actuales se relacionaron mucho después del origen de varios grupos de otros reinos. El registro fósil desafortunadamente es en general frustrante para ayudar en tales consideraciones.

La gran mayoría de todos los protistas tienen raíces independientes y no presentan una relación filogenética directa con los reinos animal y vegetal (Haeckel, 1873).

COMPOSICIÓN DEL REINO PROTISTA

Una vez que la diversidad de los protistas ha sido apreciada, viene la necesidad de reconocer subdivisiones dentro del reino, lo cual no es una tarea fácil. Una revisión de las clasificaciones contemporáneas convencionales (más conservadoras) de los grupos mayores de algas y protozoarios revela que múltiples phyla (o divisiones) están de acuerdo con las grandes diferencias evolutivas y taxonómicas aparentes entre los grupos que ellas contienen.

Para los protozoarios solamente, hemos sido testigos del aumento de 1 a 7 phyla de un periodo de 15 años (Honigberg *et al.*, 1964) si se compara su esquema de clasificación con el de Levine *et al.* (1980).

Similarmente los ficólogos han estado activos descubriendo nuevas clases y a menudo elevando clases viejas al rango de división. El conocimiento moderno, claramente nos está obligando a reconocer que las algas rojas, los dinoflagelados, los euglenozoarios y los microsporideos -para mencionar solamente algunos casos obvios- no pueden ya ser tratados como miembros de un solo phylum, o aun ser asignados a pocos taxa de tal nivel. Sus características únicas demandan una total separación a nivel filético.

Los biólogos no han abordado el problema en su conjunto desde un punto de vista comprensivo de taxonomía comparativa. Por ejemplo Taylor (1978) considera una concentración sobre las posibles interrelaciones filogenéticas de grupos de eucariotes "inferiores" y no sobre sus rangos precisos y vigentes.

Los trabajos y libros de Whittaker (1969), Margulis (1970, 1981), Whittaker y Margulis (1978) y Margulis y Schwartz (1982) que han tenido gran impacto en todo el campo, han estado más interesados en las relaciones supuestamente evolutivas que en los esquemas de clasificación mismos. Los nombres usados para designar los grupos bajo discusión han sido generalmente tomados de la literatura moderna (pero convencional) usando terminaciones (sufijos) a menudo sin los cambios favorecidos por otros autores. Nuevos nombres son propuestos, pero cuando esto ocurre, el hecho es raramente indicado. Es importante hacer notar que aun cuando los niveles son drásticamente cambiados, no se hace un comentario especial y no se proporciona información concerniente con los posibles cambios en los conceptos involucrados, dejando únicamente los autores y fechas originales de los nombres de los grupos que llevaban tales designaciones en trabajos taxonómicamente recientes.

Haeckel (1878, 1887) consideró 14 clases y 41 órdenes para clasificar a las algas, bacterias, hongos y protozoarios que incluyó en el Reino Protista (Tabla 5).

TABLA 5
REINO PROTISTA Haeckel, 1866

1^a Clase Monera Haeckel. Orden: Lobomonera, Rizomonera, Tachymnonera. 2^a Clases Lobosa Carpenter. Orden: Gymnolobosa, Thecolobosa. 3^a Clase Gregarinae Dufour. Orden: Monocystida, Polycystida. 4^a Clase Flagellata Ehrenberg. Orden: Nudoflagelata, Thecoflagelata, Cilioflagelata, Cystoflagelata. 5^a Clase Catalacta Haeckel. 6^a Clase Ciliata J. Müller. Orden: Holotricha, Heterotricha, Hypotricha, Peritricha. 7^a Clase Acinetas Ehrenberg. Orden: Monacinetas, Sygnacinetas. 8^a Clase Labyrinthuleae Cienkowski. 9^a Clase Bacillariae Haeckel. Orden: Naviculatae, Echinellatae, Lacernatae. 10^a Clase Fungi Linnaeus. Orden: Phycomycetos, Coniomycetos, Ascomycetos, Hymenomycetos. 11^a Clase Myxomycetos Wallroth. Orden: Physareae, Stemoniteae, Trichiaceae, Lycogaleae. 12^a Clase Thalamophora Hertwig. Orden: Monostegia, Polystegia, Monothalamia, Polythalamia. 13^a Clase Heliozoa Haeckel. Orden: Aphrothoraca, Chalarothoraca, Dermothoraca. 14^a Clase Radiolaria J. Müller. Orden: Pancollae, Panacahae, Pansolemiae, Plegmideae, Sphaeridae, Discideae.

Entre autores contemporáneos, Copeland (1956) considera ocho phyla dentro de los protistas, por su parte Cavalier-Smith (1981) y Jeffrey (1982) incluyen un número alto de grupos creados recientemente y con nuevos nombres. En el primer caso el autor incluyó nueve reinos en su texto.

Margulis y Schwartz (1982) proponen 27 phyla de Protocista. Barnes (1984) ofrece también 27 grupos, pero no exactamente idénticos.

Corliss (1984) propuso 18 conjuntos suprafiléticos con nombres vernáculos o informales que contienen 45 phyla. (Posiblemente el mayor número de grupos propuestos dentro de la historia del Reino Protista!) (Tabla 6).

TABLA 6
RESUMEN DE LOS 45 PHYLAS ASIGNADOS A
LOS 18 GRUPOS SUPRAFILÉTICOS DEL
REINO PROTISTA HAECKEL,
SEGUN CORLISS (1984).

Rizopodos

- Karyoblastea Margulis, 1974
- Amebozoa Lühe, 1913
- Acrasia van Thieghem, 1880
- Eumycetozoa Zopf, 1885
- Plasmodiophorea Zopf, 1885
- Granuloreticulosea De Saedeleer, 1934
- (*Incerta sedis*: Xenophyophora Schulze, 1904).

Mastigomicetos

- Hyphochytridiomycota Sparrow, 1959
- Oomycota Winter, 1879
- (*Incerta sedis*: Chytridiomycota Sparrow, 1959)

Clorobiontes

- Chlorophyta Pascher, 1914
- Parasinophyta Christensen, 1962
- Conjugatophyta Engler, 1892
- Carophyta Rabenhorst, 1863
- (*Incerta sedis*: Glaucophylt Bohlin, 1901)

Euglenozoarios

- Euglenophyta Pascher, 1931
- Kinetoplastidae Honigberg, 1963

(*Incerta sedis*: Pseudociliata Corliss y Lipscomb, 1982)

Rodoficeas
 Rodophyta Rabenhorst, 1863

Criptomonadidos
 Cryptophyta Pascher, 1914

Coanonagelados
 Chanoflagellata Kent, 1880

Cromobiontes
 Chrysophyta Pascher, 1914
 Haptophyta Christensen, 1962
 Bacillariophyta Engler y Gild, 1924
 Xantophyta Alorge *in* Fritsch, 1935
 Eustigmatophyta Hibberd y Leedale, 1970
 Phaeophyta Kjellman, 1891
 (*Incerta sedis*: Proteromonadea Grassé *in* Grassé, 1952)

Labirintomorfos
 Labyrinthulea Cienkowski, 1867

Polimastigotes
 Metamonadea Grassé *in* Grassé, 1952
 Parabasalia Honigberg, 1973

Paraflagelados
 Opalinata Wenyon, 1926

Actinopodos
 Heliozoa Haeckel, 1866
 Taxopoda Fol, 1883
 Acantharia Haeckel, 1879
 Polycistina Ehrenberg, 1839
 Phaeodaria Haeckel, 1879

Dinoflagelados
 Peridinea Ehrenberg, 1830
 Syndinea Chatton, 1920

Ciliados
 Ciliophora Doflein, 1901

Esporozoarios
 Sporozoa Leuckart, 1879

Microsporideos
 Microsporidia Balbiani, 1882

Haplosporideos
 Haplosporidia Caullery y Mesnil, 1899

Mixosporideos
 Mixospondia Bütschli, 1881
 (*Incerta sedis*: Actynomyxidae Stolc, 1899)

Dentro de los caracteres taxonómico-filogenéticos distintivos de los diferentes phyla de protistas, destacan los siguientes: Características flagelares y ciliares; cuerpos basales, centriolos y estructuras corticales o peliculares asociados; formas pseudopodiales y estructuras citoesqueléticas de diversas clases; mitocondrias y características de su estructura y función; caracteres de los plastidios; características del aparato de Golgi; características nucleares; características ecológicas y de comportamiento; rasgos específicos bioquímicos y moleculares.

Importante también es la terminología protistológica desarrollada recientemente, que incluye un glosario convencional de origen protozoológico, ficológico y micológico.

Por ejemplo, los sufijos "phyta", "mycota" y "zoa" que aparecen en relación con algunos de los nombres filéticos están más bien relacionadas con su significado original y en su sentido literal y retenidos por razones de reconocibilidad y continuidad histórica, además reflejan algo de importancia con implicaciones nutricionales.

NÚMERO DE ESPECIES DE PROTISTAS

Para determinar la composición de los principales conjuntos de protistas, deben de tomarse en cuenta las especies fósiles y las especies vivientes. Además existe la discusión de las especies descritas (número objetivo) aparecidas en trabajos publicados contra las especies válidas o correctas (número subjetivo). Además debe de considerarse que tan autorizada es la fuente de información utilizada para tomar en cuenta los datos utilizados.

El total de 120,000 especies consideradas por Corliss (1984) está seguramente en el lado alto de la cuenta, pero debe de balancearse la descripción de especies perdidas y de otras menos obvias de ser consideradas, debido a que aún no son identificadas; si se considera el posible enorme número que están esperando que sean descubiertas y descritas debido a la escasa existencia de protistólogos taxonómicamente entrenados.

APÉNDICE

ERNST HAECKEL (1834-1919)

Ernesto, Enrique, Felipe, Augusto Haeckel, nació en Postdam, Prusia el 16 de febrero de 1834; murió en Jena, Alemania el día 9 agosto de 1919.

Su padre Carl Haeckel fue consejero administrativo para asuntos religiosos y educativos en Merseburg. Su madre Charlotte Sethe, fue hija de un consejal privado en Berlín. Se casó en 1862 y procreó 3 hijos.

Haeckel se graduó del Domgymnasium en Merseburg en 1852. Estudio medicina en Berlín, Würzburg y Viena. Obtuvo su grado en Berlín en 1857. Su tesis de médico fue: "El movimiento amiboide de los linfocitos en la sangre de cangrejo". En 1861 calificó como catedrático (Privatdozent) en Anatomía Comparada en la Facultad de Medicina de la Universidad de Jena. El puesto de profesor asociado de Zoología en la Facultad de Filosofía lo obtuvo en 1862, fue promovido a profesor titular y a director del Instituto de Zoología en 1865, se retiró en 1909.

De complejión atlética y 1.90 m de estatura, Haeckel practicó y disfrutó de la gimnasia y la natación. Es una de las figuras más asombrosas y controversiales que la ciencia alemana ha producido. Fue miembro de más de 90 sociedades y asociaciones académicas y recipendario de muchos honores científicos. Desde muy joven el dibujo y la pintura fueron dos de sus actividades favoritas.

Haeckel consideró que la escuela de medicina le ofreció una sólida base para sus estudios científicos posteriores, sin embargo, nunca intentó ser médico. Mientras estudiaba en Würzburg con Albert von Kolliker y Franz Leydig se empezó a interesar en la anatomía comparada y en la embriología, así como en investigaciones microscópicas. Al mismo tiempo fue influenciado por el "concepto mecanicista del proceso vital" sostenido por Rudolf Virchow, quien en esa época (1853) estaba escribiendo su "Cellularpathologie".

En Berlín en 1854-1855 encontró en Johannes Müller una autoridad reconocida por todos y Müller llegó a ser su "ideal científico". Bajo su guía, Haeckel profundizó su conocimiento de la anatomía comparada y fue introducido a la zoología marina.

De las cartas que Haeckel escribió en esos años se deduce que es evidente que él ya tenía una tendencia hacia un compromiso entre la cristiandad y el materialismo mecanicista. El creyó que lo había encontrado en 1866 con su "filosofía del monismo". Negaba la existencia personal de Dios, pero consideraba que este es idéntico a la energía eterna.

Hacia 1860 el anatomista Karl Gegenbaur le ofreció el atractivo de una futura plaza de profesor de zoología en Jena y lo animó a efectuar una expedición zoológica en el Mediterráneo. En el curso de este viaje (1859-1860) Haeckel descubrió en Mesina, 144 nuevas especies de radiolarios, lo que le sirvió para establecer las bases de su monografía "*Die Radiolarien*" en 1862. Este trabajo contiene su primer reconocimiento del Darwinismo, al cual fue rápidamente convertido después de leer la traducción al alemán de la obra de Darwin "El origen de las especies". Fue un apóstol apasionado del Darwinismo en el continente europeo.

El libro de Darwin proveyó de un fundamento y de una dirección al trabajo futuro de Haeckel. Sus escritos técnicos en Zoología, algunos de ellos largas monografías, que tratan la morfología y sistemática de los radiolarios, medusas, sifonóforos, esponjas y equinodermos son ahora clásicas. Separó el reino Animal en organismos

unicelulares (Protozoa) y organismos multicelulares (Metazoa). La antropología era parte de la Zoología, ya que el hombre estaba separado de otros animales solo por diferencias cuantitativas y no cualitativas.

El nuevo elemento consistía al principio en la interpretación de los resultados bajo la luz de la teoría de Darwin, los sistemas de los organismos recientes fueron considerados que debían de reflejar imágenes de su desarrollo filogenético. Pero Haeckel no estaba satisfecho con la interpretación de la teoría de la evolución de Darwin y él suministró evidencia adicional a ésta. Él pensaba que su tarea descansaba en el futuro desarrollo del darwinismo. Desde su punto de vista este desarrollo debía conducir no sólo a una reforma de toda la biología; debía de proveer la fundación de una ciencia basada en una visión del mundo. Hacia este objetivo él publicó su *Generelle morphologie der organismen* en 1866.

La meta de la reformada morfología que Haeckel buscaba, era no solamente descubrir las formas de los organismos sino también explicar a éstos en términos de la teoría de la evolución. Esta morfología fue consecuentemente dividida en anatomía o la ciencia del desarrollo de las formas (tectología y promorfología) y morfología, o la ciencia de las formas emergentes (ontogenia y filogenia). Para Haeckel el método correcto de investigación era el "empirismo filosófico", la interacción de la inducción y la deducción. El acercamiento mecánico causal tomaba el lugar de cualquier punto de vista dogmático o vitalístico teológico para ver la naturaleza.

Haeckel nombró al sistema filosófico que corresponde a esta aproximación "monismo" la unidad de mente y materia, en contraste con el "dualismo", la separación de la mente y la materia.

En su esquema de clasificación, Haeckel insertó un reino intermedio -PROTISTA- entre las plantas y los animales. (Esta idea de Haeckel de crear el reino Protista, es la responsable de la existencia de estas notas acerca de la semblanza académica de un personaje siempre admirado). Cada reino orgánico consistía de varios troncos o phyla. El tronco o phyla era "la totalidad de todos los organismos existentes en el presente o extintos, que descendían de uno y tenían el mismo progenitor común".

El "sistema natural" de los organismos, es de acuerdo con Haeckel, "su árbol natural familiar"; la lista o catálogo de sus relaciones genealógicas.

El fue el primero en publicar listas o tablas genealógicas o "árboles familiares", en su *Generelle Morphologie*, para plantas, protistas y animales.

Repetidamente asentaba que sin la teoría darwiniana "todos los fenómenos grandes y universales de naturaleza orgánica" eran incomprensibles e inexplicables. Esta insistencia sobre la importancia fundamental de las ideas de Darwin es más aparente en su "ecología" y "corología" de los organismos.

Haeckel definió a la ecología como "la ciencia comprensiva de las relaciones del organismo al ambiente", abarcando todas las condiciones existentes de naturaleza orgánica e inorgánica.

La corología la definió como "la ciencia completa de la distribución especial de los organismos, estos es, su extensión geográfica y topográfica sobre la superficie de la tierra".

Haeckel consideró el nexo causal del desarrollo individual y el desarrollo filogenético como una importante ley. "La ontogenia es la recapitulación corta y rápida de la filogenia determinada por las funciones fisiológicas de la herencia (propagación) y adaptación (nutrición)". Para esta relación, él mismo en 1872 acuñó la expresión "ley biogenética fundamental".

Por otra parte habló de la "exclusión específica" dando como un ejemplo trivial la presencia y ausencia de felinos caseros y roedores. La existencia de los primeros excluía a los segundos. Traducida literalmente la relación sería "al haber gatos, no hay ratones".

Su obra *Generelle Morphologie* contiene todos los aspectos esenciales del trabajo de Haeckel. Después de 1866, él no cambió sus métodos, ni sus objetivos de manera alguna. Sus trabajos zoológicos incluyen descripciones de aproximadamente 4,000 nuevas especies de animales marinos inferiores, principalmente radiolarios, medusas y esponjas. Para estos grupos de animales él estableció "sistemas naturales" interpretados filogenéticamente. El vio en la gástrula, una imagen de la forma hipotética primitiva de todos los metazoarios.

Esta concepción fue la base de su "teoría de la gástrula" (1874-1877) y de la homología de los cotiledones primarios. A pesar de la demostración de su teoría, esta descansaba en una falsa suposición.

Haeckel concluyó su serie de grandes monografías zoológicas entre 1887-1889 sobre organismos que habían

sido recolectados durante la expedición del Challenger. Posteriormente y además de estudios sobre plancton (1890), él escribió *Systematische Phylogenie* (1894-1896).

Sus esquemas históricos sobre el darwinismo, se caracterizaron por una apasionada defensa de Lamarck; mientras que Darwin criticó severamente las teorías de este último en muchas ocasiones. De acuerdo con Haeckel la *Filosofía Zoológica* (1809) de Lamarck fue "la primera presentación sistemáticamente fundada de la teoría del origen de las especies", además representaba "el principio de un nuevo periodo en la evolución intelectual de la humanidad". El pensaba que las razones para la falla de Lamarck estaban relacionadas con la autoridad de George Cuvier.

Por otra parte, se caracterizó por sus esfuerzos artísticos. Durante sus muchos viajes produjo numerosas acuarelas y vividas descripciones de sus viajes. Realizó expediciones científicas a las Islas Canarias (1866-1867), Mar Rojo (1873), Ceylán (1881-1882) y Java (1900-1901).

La importancia histórico-biológica de Haeckel consiste principalmente en sus gestiones para estimular un trabajo ulterior. Su particular defensa de las ideas de Darwin -no con todas estuvo de acuerdo- contribuyó a divulgar el pensamiento evolutivo en la construcción de teorías biológicas. Más aún, conceptos que Haeckel fue el primero en formular, tales como protista, ontogenia, filogenia, ecología, corología, blástula, mórula, entre otros, han sido adaptados y actualmente son de uso diario. Estableció muchas ideas en crecimiento, forma y simetría.

El inspiró a muchos estudiantes como Anton Dohrn, Richard y Oscar Hertwig, Arnold Lang, Hans Driesch y W. Kükenthal a estudiar zoología y a investigar a los animales marinos.

Sus esfuerzos para tener una visión científica del mundo que le rodeaba, lo condujo a una serie de relatos sobre cuestiones filosóficas, políticos y religiosas, en los cuales él defendió conceptos dudosos surgidos del Darwinismo social. En esta empresa Haeckel estaba respondiendo a las demandas y necesidades de su tiempo, lo cual explica el éxito de su trabajo. Así, su última contribución descansa no en las soluciones que él propuso, antes bien al contrario -y esto es particularmente cierto en sus escritos sobre la teoría de la evolución- en las preguntas que él suscitó.

REFERENCIAS

- ANONIMO, 1968. Haeckel, E.H. World who's who in Science. 1a. ed., 729 p.
- BARNES, R.S.K. (Ed.), 1984. A synoptic classification of living organisms. Blackwell Scientific Pubs. Oxford. 273 p.
- CAVALIER-SMITH, T., 1981. Eukaryote Kingdoms: seven or nine? *BioSystems*, 14: 461-481.
- COPELAND, H.F., 1956. The classification of lower organisms. Pacific Books. Palo Alto, Cal, 302 p.
- CORLISS, J.O., 1978. A salute to fifty-four great microscopists of the past: a pictorial footnote to the history of Protozoology. Part I. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 97: 419-458.
- CORLISS, J.O., 1979. A salute to fifty-four great microscopists of the past: a pictorial footnote to the history of Protozoology. Part II. *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 98: 26-58.
- CORLISS, J.O., 1981. What are the taxonomic and evolutionary relationships of the protozoa to the Protista?. *BioSystems*, 14: 445-459.
- CORLISS, J.O. 1984. The Kingdoms Protista and its 45 Phyla. *BioSystems*, 33: 87-126.
- FORTERRE, P., 1986. Les achaeobactéries: Origine et évolution des lignées cellulaires procaryotes et eucaryotes. *Ann. Biol.*, 25: 274-306.
- GOLDSCHMIDT, R.B., 1956. Portraits from Memory: Recollections of a Zoologist. University of Washington Press, Seattle. 181 p.
- HAECKEL, E., 1873. The history of Creation. Sixth Edition. In two volumes. Kegan Paul, Trench, Trebner & Co. Ltd. London, Vol. I, 422 p., Vol. II 544 p.
- HAECKEL, E., 1878. Das Protistenreich. Gunther. Leipzig. 104 p.

- HAECKEL, E., 1887. El Reino de los protistas. Versión española: Romualdo González Fragoso. Francisco Alvarez, Madrid. 116 p.
- HONIGBERG, B. M. *et al.*, 1964. A revised classification of the Phylum Protozoa. *J. Protozool.*, 11: 7-20.
- JEFFREY, C., 1982. Kingdoms, codes and classification. *Kew Bull.*, 37: 403-416.
- JENNINGS, R.K. and R.F. ACKER, 1970. The protistan kingdom. Protists and viruses. Van Nostrand Reinhold Co. New York. 120 p.
- JIMENEZ-GARCIA, L.F. *et al.*, 1989. Implications for evolution of nuclear structures of animals, plants, fungi and protocists. *BioSystems*. 22: 103-116.
- LEVINE, N.D. (Chairman), J.O. CORLISS, F.E.G. COX, G. DEROUX, J. GRAIN, B.M. HONIGBERG, G.F. LEEDALE, A R. LOEBLICH III, J. LOM, D. LYNN, E.G. MERINFELD, F.C. PAGE, G. POLJANSKY, V. SPRAGUE, J. VAVRA and F.G. WALLACE, 1980. A newly revised classification of the Protozoa.. *J. Protozool.*, 27: 37-58.
- LOPEZ-OCHOTERENA, E. y M. MADRAZO-GARIBAY, 1984. Los Protistas y su difícil clasificación. *Naturaleza*, 15: 268-274.
- MARGULIS, L., 1970. Origin of Eukaryotic Cells. Yale University Press. New Haven. 349 p.
- MARGULIS, L., 1981. Symbiosis in cell evolution: Life and its environment on the early Earth. W.H. Freeman. San Francisco. 419 p.
- MARGULIS, L. and K.V. SCHWARTZ, 1982. Five kingdoms: An illustrated guide to the phyla of life on Earth. W.H. Freeman. San Francisco. 339 p.
- SLEIGH, M.A., 1989. Protozoa and other Protists. 2nd ed. Edward Arnold, London. 342 p.
- STAINER, R.Y. *et al.*, 1970. The Microbial World. Prentice Hall, Inc. New York. 196 p.
- TAYLOR, F.J.R., 1978. Problems in the development of an explicit hypothetical phylogeny of the lower eukaryotes. *BioSystems*, 10: 67-89.
- THOMPSON, J.A., 1971. The Great Biologists. 2nd ad. Books for Libraries Press. Freeport. New York. pp. 158-161.
- USCHMAN, G., 1972. Haeckel, Ernst Heinrich Phillip August. *In*: Ch. C. Gillispie (Ed.) Dictionary of Scientific Biography. Vol. VI. pp. 6-11.
- WHITTAKER, R.H., 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science*, 163: 150-160.
- WHITTAKER, R.H. and L. MARGULIS, 1978. Protist classification and the Kingdoms of organisms. *BioSystems*, 10: 3-18.