

## PALEONTOLOGIA: TEORIA Y REALIDAD

por Alberto C. Riccardi

### LA PALEONTOLOGIA EN LA CIENCIA DE LOS SIGLOS XVIII Y XIX

El 1 Pluvioso del año 4 de la Era de la Razón de la Francia revolucionaria, o el 21 de enero de 1796 para el resto del mundo, un joven de 26 años, el Barón George Cuvier, leía ante el Instituto Nacional de Ciencias y Artes de París un trabajo de fundamental importancia para el desarrollo de la Paleontología. En dicho trabajo se demostraba al mundo de la Ciencia que la extinción constituía un fenómeno general en la historia de la vida. Se establecía así, por primera vez, que ciertos organismos se habían extinguido.

Atrás había quedado la concepción neoplatónica y neoplatónica, según la cual los fósiles constituían objetos inorgánicos cuyas semejanzas con organismos vivientes solamente reflejaban afinidades cósmicas que podían ser asimiladas a una visión teleológica del mundo natural, o eran la resultante de un proceso de generación espontánea producido en las rocas.

La concepción científica de Cuvier amalgamaba conceptos baconianos, newtonianos y linneanos. Su metodología se basaba en la recolección rigurosa de muchos datos y en la búsqueda de las leyes de la naturaleza, supuestamente simples, que subyacerían la gran variedad de fenómenos de la vida natural. Así esta variedad podría ser reducida a un sistema de clasificación con bases racionales. El énfasis observacional constituía una reacción contra concepciones teleológicas excluyentes que durante varios siglos

habían dificultado el avance científico. El dualismo cartesiano imponía la separación entre materia y mente, y de acuerdo con Francis Bacon las explicaciones que confundían paleontología y religión eran calificadas como "Philosophia phantastica" o "Religio heretica".

Los principios teóricos que sustentaban la investigación de Cuvier intentaban explícitamente expresar al mundo orgánico con la precisión y simplicidad lograda por la Física de Newton y la Química de Lavoisier. Los organismos eran vistos como máquinas a las que se trataba de explicar en términos físico-químicos. Con esto nacía la morfología funcional y la anatomía comparada, y los principios denominados de la "subordinación de caracteres" y de la "correlación de las partes". Siendo de destacar que la aplicación a los fósiles del último principio citado se aceptaba como un principio heurístico de valor predictivo.

Las discontinuidades existentes entre las faunas de diferentes estratos, sobre las que se basaron las "revoluciones" de Cuvier dieron origen a la utilización de los fósiles en estratigrafía y correlación. Al tiempo que las "revoluciones" fueron explicadas, sobre la base de una supuesta regularidad, como un ejemplo más de la invariabilidad de las leyes naturales del sistema newtoniano. Según Cuvier la definición exacta de la naturaleza de esas "revoluciones" ayudaría a poder circunscribir con mayor precisión sus posibles causas.

La metodología de Cuvier y su marco teórico explican su éxito en la confrontación con las teorías evolucionistas del Caballero de Lamarck. Pues la transformación de las especies propuesta por Lamarck no solamente excluía toda posibilidad de extinción sino que se basaba en supuestas tendencias in-

Conferencia pronunciada durante la entrega del premio "Eduardo L. Holmberg" 1983-1985, el día 22 de mayo de 1991.

ternas y en una temporalidad infinita. Para Lamarck los organismos se podían ordenar de acuerdo con la "perfección" de su naturaleza en una serie o flujo orgánico temporalmente progresivo. Estas ideas no respondían a evidencias tangibles y estaban basadas en un apriorismo metafísico incompatible con el marco teórico de referencia aceptado por la ciencia de la época.

El rechazo de la evolución por Cuvier se basó en su defensa de la extinción y no de una creación especial. Para Cuvier la extinción formaba parte del curso regular de la naturaleza y el problema en discusión no era el origen de las especies existentes sino el destino final de las preexistentes.

Pero aunque Cuvier no incluyera el origen de las especies dentro del campo de sus investigaciones, fueron las evidencias aportadas por él y por quienes lo siguieron las que hicieron ineludible la determinación del origen de los sucesivos conjuntos de organismos.

Durante el Siglo XIX los procesos de origen y extinción de las especies fueron incorporados al marco teórico del gradualismo de Lyell, el cual aceptaba como básica la uniformidad de la naturaleza. Ello permitía excluir la existencia de agentes supranaturales y establecía la autonomía de la ciencia. El gradualismo comprendía dos principios diferentes: el del *Actualismo*, según el cual los procesos que actuaron en el pasado son los mismos que actúan en el presente, y el de la *Uniformidad*, según el cual la intensidad y velocidad de los procesos actuantes durante la historia de la Tierra no han variado a través del tiempo. El primero era una expresión de un principio general de la Ciencia, y el segundo también llamado "uniformismo sustantivo", era manifiestamente falso (Gould 1965).

Esta visión implicaba un modelo de regularidad durante tiempos prolongados que descartaba toda direccionalidad y que desde el punto de vista teológico de la época demostraba más apropiadamente, en su armonía y equilibrio, la sabiduría de la Naturaleza.

Las ideas de Lyell resultaron de fundamental importancia en la formación de C. Darwin. Aunque el modelo de regularidad de Lyell no se compadecía con la historia de la

vida pues las evidencias paleontológicas mostraban la aparición a través del tiempo de organismos cada vez más avanzados. La aceptación y popularización de la teoría evolutiva de Darwin deben buscarse, no solamente en sus méritos intrínsecos sino también en una serie de circunstancias históricas propicias.

## EL CENIT DE LA PALEONTOLOGIA

El Siglo XIX puede ser considerado el Siglo de la Ciencia por antonomasia. Una ciencia que dió primacía al espíritu crítico, en un contexto en el que las transformaciones revolucionarias llevaron a la democratización política del Estado.

De esta manera la libertad científica se convirtió en norma, y entre Ciencia y Estado nació una relación que reconocía un origen común en el protagonismo de una burguesía ascendente. Ello llevó al desarrollo de políticas educativas que permitieron que todos los ciudadanos pudieran llegar a los más altos niveles de la educación. Las ciencias obtuvieron el reconocimiento y el apoyo público, y los científicos alcanzaron autoridad y preeminencia en el seno de la sociedad. Las ciencias naturales, entendidas como el estudio de todos los fenómenos del universo independientes de la acción humana, alcanzaron un rango equivalente al de las ciencias del espíritu. Sus aportes llevaron al descubrimiento, uno tras otro, de diferentes territorios científicos y de esta forma, junto a la astronomía y la matemática se ubicaron, entre otras disciplinas, la paleontología y la geología.

Ante el empuje de las Ciencias de la Naturaleza parecía que no quedaría nada por descubrir y que ellas serían capaces de establecer un sistema coherente de la evolución del Universo y de los fines y sentido de la existencia humana. La sociedad y la ciencia compartían los mismos principios positivistas y utilitarios. No es de extrañar entonces que la sociedad toda siguiese ávidamente los descubrimientos y avances científicos a través de libros, periódicos y conferencias.

Fue en esta atmósfera que en 1859 se publicó el *Origen de las Especies* de Darwin, y aunque el libro no mencionaba ni una sola

vez la palabra evolución, ésta se convirtió en un principio fundamental de las Ciencias Naturales, ubicando a la Biología y a la Paleontología en una posición descollante. Más aún en la medida que el concepto de evolución se extendió a toda la esfera de la cultura. Pues la teoría de la evolución orgánica formó parte de diversos sistemas filosóficos, desde el positivismo de H. Spencer, que sintetizaba la creencia de la sociedad de la época en un progreso indefinido, hasta diferentes clases de materialismos que la usaron como argumento contra el deísmo.

No obstante, la teoría de Darwin no se impuso sin una dura discusión. La reacción no se debió tanto a la idea de evolución como a su mecanismo. Resultaba inaceptable para muchos que la complejidad del mundo orgánico y de su historia pudiera ser atribuida a la interacción de variaciones orgánicas y ambientales producidas al azar.

En la raíz del debate se ubicaba el factor emotivo que se derivaba de la significación de esta teoría en el origen del hombre. Especialmente en lo que respecta a las relaciones de la mente, la conciencia y lo moral con el mundo material. No obstante, otras teorías alternativas sobre los mecanismos explicativos de la evolución orgánica fueron rechazadas porque se basaban en una metafísica idealista que interpretaba a los organismos, fósiles y vivientes, como parte de una Naturaleza armoniosa que se había desarrollado a través de eones de acuerdo con un plan inteligible. Así Owen a través de sus estudios había llegado a la conclusión de que a cada grupo mayor de animales corresponde un arquetipo cuya corporización gradual a través del tiempo había dado lugar a las variaciones que se observan en el registro fósil.

Pero a pesar de la virtual aceptación de la teoría de la selección natural, la documentación paleontológica no mostraba evidencias sobre el origen de nuevas especies. Hecho éste que había sido atribuido por Darwin a la imperfección del registro fósil. En estas circunstancias el descubrimiento en 1861 del *Archaeopteryx*, una forma transicional entre los reptiles y las aves, resultó fundamental, merced a las discusiones de Huxley, para dar a la Paleontología el esquema teórico necesario para el desarrollo ulterior de sus investigaciones.

Paralelamente, la creencia de que la legalidad del mundo natural se hallaba amenazada por una teoría que atribuía el desarrollo de la vida al azar condujo a Lord Kelvin a tratar de demostrar que la antigüedad de la Tierra era tal que no había habido tiempo suficiente como para que la evolución se hubiera producido mediante la selección natural. Cuestionamientos éstos que llevaron a la reinterpretación del registro paleontológico en términos de variaciones en las velocidades evolutivas.

En este contexto la Paleontología y la Geología, al margen de la importancia económica de su aplicación a la búsqueda de recursos económicos vitales para el desarrollo de la sociedad industrial, alcanzaron una importante significación cultural porque dieron una nueva perspectiva a la ubicación temporal del Hombre en la Naturaleza.

Para ese entonces la Paleontología, al igual que la Geología, ya había adquirido un nivel de especialización en el cual su dependencia de otras disciplinas científicas, tales como la Física y la Química, solamente se justificaba en un nivel muy básico o generalizado. El fracaso de la Física en los niveles geológicos, e indirectamente en los paleontológicos, quedó claramente reflejado en los cálculos erróneos que condujeron a Lord Kelvin a ubicar la antigüedad de la corteza terrestre en menos de 100 millones de años.

## **DISCORDANCIA ENTRE TEORIA Y REALIDAD**

El redescubrimiento de los experimentos de Mendel al comenzar este siglo y los aportes posteriores de la Paleontología, especialmente en lo que hace a los ritmos evolutivos, condujeron a la Teoría Neodarwiniana o Sintética de la Evolución. Sin embargo, el materialismo del Siglo XIX fue llevado a su extremo con la reducción de la evolución orgánica a los parámetros de las leyes elementales de la Física y la Química. Así una metafísica básicamente materialista, mecanicista y reduccionista informaría la actividad paleontológica de la primera mitad del Siglo XX.

En ese lapso la dificultad de la Paleontología para producir evidencias relaciona-

das con los mecanismos evolutivos, su desvinculación de los aspectos relacionados con el Hombre y su origen, su progresiva especialización y profesionalismo, y en muchos casos su subordinación al potencial económico de la Estratigrafía, produjeron la pérdida progresiva de la preeminencia y difusión que tuvo durante prácticamente todo el Siglo XIX (Rudwick 1972).

Aunque en ese proceso, quizás haya sido más importante la falta de reconocimiento al hecho de que las cuestiones metafísicas sobre el significado del mundo natural y la posición que el hombre tiene en él constituyen una alternativa válida a concepciones mecanicistas y deterministas de la ciencia. Especialmente considerando que desde la introducción de la Teoría Cuántica éstas resultaban anticuadas, tanto desde el punto de vista epistemológico como científico.

No obstante lo expuesto hay quienes han atribuido esta situación de la Paleontología a su método, a su falta de leyes, o a retrocesos circunstanciales en su desarrollo. Así en una evaluación del estado actual de la Paleontología argentina (Reig 1981) se ha dicho que el carácter de ésta es *baconiano*, y que debería retornar a la senda del conocimiento *newtoniano*. Posiciones similares se han expresado a nivel internacional al discutir la promesa de la Paleontología, como ciencia nomotética o exclusivamente interpretativa (Gould 1980).

Como ya lo he señalado anteriormente (Riccardi 1991) pareciera no haberse comprendido que el problema no está en la Paleontología sino en la Filosofía de la Ciencia, o en la interpretación que hacemos de ésta en relación con esa disciplina, y que su solución pasa por la descalificación del carácter paradigmático de la Física dentro de la Ciencia.

Por otra parte en una época donde la utilidad se mide usualmente en términos económicos, pareciera haberse acentuado la creencia, bastante generalizada, de que la importancia de las disciplinas científicas puede medirse de acuerdo con su impacto tecnológico.

No es de extrañar entonces que haya quienes piensen, aunque no siempre lo reconozcan explícitamente, que el carácter científico de disciplinas como la Paleon-

tología es diferente al de disciplinas tales como la Física y la Química.

Ello se base fundamentalmente en el supuesto carácter nomotético o legaliforme de la Ciencia, expresado en la definición de Bunge (1969), según la cual Ciencia "es una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes)".

## EL METODO CIENTIFICO Y LA PALEONTOLOGIA

Los proponentes de la diferenciación entre ciencias "históricas" y "no históricas" han considerado que las metodologías de ambos tipos de "ciencias" serían diferentes. Así las "ciencias históricas", entre las que se contaría la Paleontología, serían meramente observacionales y tenderían a obtener generalizaciones, usualmente en forma inductiva, y a explicar sucesos y configuraciones históricas mediante retrodicciones. Las "no históricas", en cambio, típicamente representadas por la Física, tratarían de demostrar experimentalmente la validez universal de ciertas hipótesis, de manera tal que tendrían un carácter netamente predictivo y su método sería hipotético-deductivo. Para Gould (1980) por ejemplo, la especialización temática por grupo fósil y edad geológica, las reconstrucciones de comunidades fósiles, y los estudios de morfología funcional de organismos extinguidos reflejan una actitud inductiva basada en la creencia de que la ciencia comienza por los hechos y luego alcanza la teoría.

Estas afirmaciones prácticamente no merecen atención alguna, pues por lo menos desde la antigüedad helénica toda observación es precedida siempre por un problema, una hipótesis, o algo teórico y especulativo. La validez de la inducción ha sido discutida por numerosos filósofos de la Ciencia, quienes han sostenido que las hipótesis y leyes deben diferenciarse de las generalizaciones accidentales, y que no existe ningún procedimiento mediante el cual las primeras pueden ser formuladas automáticamente a partir de un conjunto de datos. Una hipótesis o una teoría son construidas sobre la base de conceptos nuevos: no son *derivadas* de los hechos observados, sino *inventadas* para dar cuenta de ellos.

La historia de la ciencia demuestra que los científicos descubren hipótesis de muchas maneras diferentes, siguiendo pautas—de las cuales usualmente no son conscientes— cuyo orden y complejidad dependen de numerosos factores. Estos procedimientos son tan variados y su éxito tan imprevisible que es poco lo que puede decirse con respecto a los mismos, salvo que ninguno puede garantizar la obtención de resultados válidos, y que éstos pueden serlo independientemente de cómo se los obtuvo.

En tal sentido es interesante destacar que la teoría de la selección natural de las especies se basó en un ejercicio especulativo de Darwin, tal como lo demuestran sus diarios personales, en el que tuvieron que ver ingredientes tan diversos como sus estudios sobre hibridación o las ideas de un moralista y economista como Malthus sobre las interacciones entre los recursos alimenticios y la tasa reproductiva de las poblaciones humanas. Por más que en sus afirmaciones públicas Darwin sostuviera, en un todo de acuerdo con los criterios de la época, que su teoría era el resultado de una simple recolección de datos al mejor estilo baconiano. Por las mismas razones Newton mismo ya había sostenido que la principal tarea de la filosofía natural era razonar a partir de los fenómenos sin inventar hipótesis.

En nuestro medio, con un criterio similar José Ingenieros (1919) sostuvo que la metodología usada por Florentino Ameghino en sus estudios paleontológicos se había basado en el concepto de que la experiencia es el fundamento de todo conocimiento, la que se inicia como observación empírica, coordinándose como ciencia y proyectándose en lo desconocido como hipótesis fundada en la experiencia. Sabemos sin embargo que este supuesto inductivismo de Ameghino es falso. La obra de Ameghino está basada en las ideas de Lyell y Darwin. En la exposición de su Credo, ante la Sociedad Científica Argentina, Ameghino (1906) adhirió claramente a los principios del Naturalismo Filosófico. Su obra "Filogenia" (Ameghino 1884) lleva como subtítulo "Principios de clasificación transformista basados sobre leyes naturales y proporciones matemáticas", y su concepción sobre el Cosmos está expuesta en sus

artículos sobre los cuatro infinitos: espacio, materia, movimiento y tiempo.

El hecho de que haya quienes se dedican a observar y descubrir fenómenos sin plantearse si los mismos corroboran o no las hipótesis o teorías a la luz de de las cuales han sido registrados, negándose así la posibilidad de llegar a mejorar éstas o a introducir otras nuevas, no descalifica todo lo expuesto. Ello en definitiva tal vez no sea más que una de las expresiones de lo que Kuhn (1970) ha llamado "ciencia normal".

En definitiva, y tal como lo ha destacado Bunge (1969), el avance del conocimiento científico responde tanto al crecimiento llamado baconiano como al llamado newtoniano.

En realidad uno de los elementos fundamentales del método científico se halla en la lógica que rodea la aceptación de las hipótesis, ya que si bien éstas pueden ser libremente *propuestas*, sólo pueden ser *aceptadas* e incorporadas al campo del conocimiento si resisten la revisión crítica. Por ello para Popper (1962) resulta esencial en este tema distinguir la asimetría que existe entre *verificación* y *falsación*. De donde resulta que la aceptación de una determinada teoría depende de que haya pasado contrastaciones muy exigentes, y aunque no se puede justificar la pretensión de que responde a la realidad, sí se puede justificar que a un nivel dado de la discusión todo indique que constituye una aproximación mejor a la realidad que cualquiera de las hipótesis o teorías alternativas propuestas hasta el momento. Su eliminación y reemplazo se producirá cuando se la pueda substituir por otra más contrastable. De esta manera un mismo conjunto de datos puede muchas veces ser interpretado de diferentes maneras. Cabe destacar que esta actitud fundamentalmente crítica debe trasladarse a todos los niveles de la actividad científica, incluidos los de apariencia más trivial. Ella constituye en última instancia el producto de una responsabilidad intelectual que es característica de todo verdadero científico. No asumir la responsabilidad de decidir críticamente entre posibles alternativas conduce, tanto en Ciencia, como en otras actividades humanas, a tiranías oscurantistas (Popper 1966).

Resulta entonces desacertado sostener la existencia de posiciones inductivistas en el campo de la Paleontología sobre la base de los temas que ocupan a los paleontólogos. En tal sentido no solamente no constituyen ejemplos de inductivismo, como se ha pretendido en años recientes (Gould 1980), la reconstrucción de comunidades extinguidas y los estudios de morfología funcional, sino tampoco los estudios sistemáticos basados en una aproximación biológica a los organismos fósiles.

En definitiva, y de acuerdo con lo expuesto, no existen evidencias como para sostener que la metodología de la Paleontología sea fundamentalmente diferente de la del resto de las disciplinas científicas. Las diferencias existentes sólo lo son de *grado* o énfasis, y resultan epistemológicamente importantes porque niegan el supuesto carácter paradigmático de la Física dentro de la Ciencia.

## EL OBJETIVO DE LA PALEONTOLOGIA

El supuesto objetivo legaliforme de la ciencia, expuesto en la definición de Bunge, lleva usualmente implícito un concepto de ley del tipo de las que son tradicionales en el campo de la Física y la Química, como puede ser el caso de la Ley de la Gravitación Universal.

Si con un concepto como el expuesto examinamos el campo de la Paleontología, resultará simple establecer que en la Paleontología aparentemente no existen leyes. Por ello hay quienes han tratado de demostrar que la Paleontología es una disciplina científica con objetivos diferentes a los de la Física y la Química.

Así la Paleontología sería una ciencia histórica (Simpson 1963) o se hallaría a mitad de camino entre las ciencias históricas y las no-históricas (Gould 1980). Su objetivo no residiría en obtener leyes con valor predictivo, sino en dar cuenta de hechos pasados mediante inferencias de valor explicativo. Tal distinción se basaría en una supuesta asimetría entre causas y efectos, o entre explicación y predicción (Watson 1969).

Diversos autores han discutido este tema y han concluido que esta asimetría es más

gnoseológica (y epistemológica) que lógica (Bunge 1959), y que es la misma que con diferentes grados caracteriza toda la Ciencia. De donde resulta que la naturaleza de las explicaciones paleontológicas no es fundamentalmente diferente de las que son comunes a las demás disciplinas científicas.

Es evidente que un análisis adecuado de este tema no puede basarse en definir el carácter científico de la Paleontología como diferente del de otras disciplinas, tales como la Física y la Química, debido a las diferencias existentes en los objetos de estudio. El enfoque correcto consiste en aceptar una definición de Ciencia que reúna objetivos y criterios metodológicos que son comunes a todas las disciplinas científicas.

En tal sentido el objetivo nomotético de la Ciencia parece perder sentido en cuanto se intenta establecer qué es lo que designa el término "ley", pues como bien ha señalado Bunge (1966) "sólo unos pocos estudiosos de la ciencia concuerdan respecto de lo que designa el término 'ley' en el contexto de la ciencia". Es que como lo ha puntualizado Hempel (1966) si se aplicase el término "ley" exclusivamente a enunciados que se saben verdaderos, aquéllos a los que comúnmente se denomina leyes no se considerarían como tales. Por ello el mismo se emplea con cierta liberalidad a proposiciones de diferente nivel o grado de aproximación a la realidad.

Dejando de lado las *leyes normativas*, que comprenden las normas o convenciones establecidas por la sociedad humana, interesa remarcar que dentro de las *leyes naturales*, que describen los hechos de la naturaleza, debe distinguirse fundamentalmente entre lo que Bunge (1969) ha llamado "leyes objetivas", y lo que pueden denominarse "enunciados de leyes". Las primeras designan "un esquema objetivo de una clase de hechos (cosas, acontecimientos, procesos), o sea, cierta relación constante o red de relaciones constantes que se cumplen realmente en la naturaleza, las conozcamos o no" (Bunge 1969, p. 375). Los "enunciados de leyes" en cambio, son aquéllos que proponen sucesivamente los científicos, en el curso de sus actividades, con el objeto de obtener "leyes objetivas" en una secuencia que se caracteriza por una aproximación cada vez mayor a ese objetivo inalcanzable (cf. Bunge

1969, p. 377-379). Por eso lo que usualmente se llaman "leyes" sólo son hipótesis o conjeturas sobre la realidad, de las cuales jamás se puede tener la seguridad de que son absolutamente ciertas.

De allí que las "leyes" científicas conocidas —más correctamente denominadas "enunciados de leyes"— son aproximaciones, de grado variable, a leyes objetivas universales cuya existencia constituye una hipótesis metafísica (Popper 1974). En consecuencia, existe toda una gama de "enunciados legaliformes", desde aquellos que se aproximan a la universalidad hasta las simples generalizaciones de carácter probabilístico.

En este contexto es importante destacar que si bien la Física clásica —o newtoniana— se caracterizó por enunciados casi universales, desde el desarrollo de la teoría cuántica, y el aumento en la complejidad de los problemas en estudio, se ha producido un incremento paralelo en enunciados de tipo probabilístico.

Por otra parte las disciplinas científicas son fruto de la especialización y de la estructura multinivel de la realidad, por lo cual se ocupan de hechos de complejidades diferentes. Así los fenómenos objeto de estudio serían sucesivamente más complejos en la Física, la Química, la Biología y la Historia. Esta complejidad creciente de la Física a la Historia hallaría su explicación en el hecho de que la evolución cósmica ha dado lugar a una serie de reacciones de la materia, que han originado nuevas posibilidades y factores que constituyen niveles en los cuales las reglas y leyes de los estados más simples son válidas para los más complejos, pero no a la inversa. Así los enunciados y teorías físicas se han desarrollado en dimensiones donde sólo son de interés las estructuras y comportamiento más generales de la materia y es posible, por ende, analizar y explicar éstos sobre la base de un número reducido de variables. Allí las historias individuales sólo interesan hasta cierto punto pues en la mayor parte de los casos carecen de significación. Las características de las propiedades de estos niveles se han transmitido por lógica a los enunciados que dan cuenta de ellas, y de esta manera ha sido posible establecer "leyes" que expresan bajo ciertas

condiciones, relaciones constantes de tipo casi universal.

En contraposición los niveles de los que se ocupa la Paleontología presentan una aparente falta de universalidad. Esta, que en principio puede deberse a que en la observación de tipos de hechos que se caracterizan por su rareza, extensión espacio-temporal y complejidad, la humanidad no solamente está limitada intelectualmente sino también en el espacio y en el tiempo, parece ser real cuando se considera que la materia organizada en planetas y más aún la materia viviente, sólo compone una ínfima parte del Universo. Por ello en la medida en que estas limitaciones impiden aislar las variables realmente importantes y que el interés lleva a incrementar la especificidad de los tipos de fenómenos se hace más difícil establecer enunciados legaliformes universales (Riccardi 1977).

Pese a estas diferencias es importante señalar que en las ciencias físicas hay atributos históricos, de la misma manera que en las ciencias históricas existen propiedades no históricas (Simpson 1963). El énfasis de cualquiera de ellas depende del grado de especificación que el interés humano haga de las características de un determinado tipo de fenómeno, el cual culmina cuando se fijan sus coordenadas espacio-temporales y se lo identifica con su ejemplo. Por otra parte las ciencias llamadas históricas también estudian *clases* de eventos (y sus resultados) que se repiten constantemente o pueden hacerlo, y que son los que justifican en definitiva la posibilidad de utilizar circunstancias actuales para explicar la historia de la vida.

Consecuentemente es un error creer, no solamente que la meta de Ciencia en general es obtener enunciados de leyes similares a los de la Física clásica, sino también sostener que hay disciplinas que se ocupan de hechos y objetos que no responden a leyes objetivas universales. Pues desde el momento que la suposición de la existencia de éstas es básica para la actividad científica, y su inexistencia es imposible de verificar (Popper 1962), por complejos, extensos y aparentemente únicos que sean los fenómenos que se estudian, tal correspondencia siempre existe, aunque en primera instan-

cia pueda conducir a enunciados de leyes originados en otras disciplinas.

Ello tampoco faculta a sostener que la Paleontología, y otras disciplinas, sean en última instancia reducibles en sus términos y leyes a la Física y la Química. Pues desde un punto de vista epistemológico las categorías y definiciones de los objetos paleontológicos no pueden ser reducidos a términos físicos y químicos sin abandonar el objetivo explicativo que tiene significación para los niveles que le son propios (cf. Watson 1969).

De esta manera una disciplina científica de cierta complejidad comprende necesariamente hipótesis, leyes y conocimiento en general, correspondientes a diferentes campos de la Ciencia, además del propio. Por ello los enunciados legaliformes de la Física y la Química son propiedad de toda la Ciencia, y por ello las hipótesis y teorías paleontológicas son coherentes con el resto del conocimiento científico.

En este sentido muy probablemente la unidad de la ciencia no se basa en una utópica reducción sino en las uniformidades estructurales de los diferentes niveles de la realidad, esto es en la existencia de conceptos, modelos y leyes similares en campos completamente diferentes. Por eso quizás no sea importante si la Física, o como lo afirma Simpson (1964) la Biología, es la disciplina central de la Ciencia, y si la unidad de ésta debe buscarse a través de principios aplicables a todos los fenómenos, o a través de fenómenos a los cuales todos los principios son aplicables.

Es que los enunciados legaliformes, al igual que las hipótesis y leyes, no son un objetivo en sí mismo, sino que constituyen un *medio* con el que se pretende dar una explicación satisfactoria de la realidad. Explicación que constituye un objetivo de la Ciencia, y que se concreta mediante la proposición de conjeturas teóricas contrastables.

En este sentido es oportuno señalar que las diferentes hipótesis o enunciados legaliformes referidos a un mismo tema factual se integran usualmente en teorías, las que constituyen en consecuencia el producto explicativo más sofisticado de la actividad científica. Pues las teorías ofrecen una visión sistemática unificada de fenómenos completamente diversos, y permiten prede-

cir y explicar otros que no se conocían cuando fueron formuladas (Hempel, 1966). Siendo de reiterar que las teorías que una comunidad científica utiliza siempre están de acuerdo con la metafísica que esta comunidad acepta, consciente o inconscientemente.

El grado de madurez de una determinada disciplina científica deba buscarse en la existencia de una teoría unificadora con gran poder explicativo que sea aceptada como paradigma de su actividad por la mayor parte de los miembros de una comunidad académica (Kuhn 1970). En tal sentido la Paleontología cuenta con la Teoría de la Evolución. Teoría a la que se ha sumado en las últimas décadas, para una mejor comprensión de los fenómenos geobiológicos, la Teoría de la Tectónica Global, que tiene su origen en el campo de la Geología (cf. Riccardi 1977). Así la Teoría de la Evolución ha dado unidad explicativa a la amplia variedad de organismos que, de acuerdo con la documentación paleontológica existente, han existido sobre la corteza terrestre. Complementariamente las modificaciones en las posiciones de las masas continentales a través de la historia de la Tierra, establecidas mediante la Teoría de la Tectónica Global, resultan coherentes con la distribución y diversidad de los organismos a través del tiempo, puestas en evidencia por los estudios paleontológicos. La Paleontología por su parte ha provisto de una dimensión y control histórico a la Teoría de la Evolución y ha permitido fundamentar la Teoría de la Deriva Continental cuando las evidencias geofísicas la rechazaban.

Es importante destacar aquí que las teorías generales no producen conclusiones particulares y por consiguiente no son contrastables con precisión. De lo cual resulta que teorías generales, como la de la evolución, son sumamente abarcativas, y que el fracaso de teorías o modelos específicos comprendidos en ellas no necesariamente las invalidan.

## JUSTIFICACIONES INNECESARIAS

No obstante lo expuesto y como hemos señalado hay quienes han manifestado su preocupación por la relación supuestamente subordinada que desde el punto de vista legaliforme guardaría la Paleontología con respecto a la Biología. Esta preocupación se

ha visto expresada en un intento de diferenciación con respecto a la Biología en lo que hace a la teoría de la evolución. Para ello en años recientes se ha cuestionado la aplicabilidad de mecanismos microevolutivos en el campo macroevolutivo del registro fósil. Novedosamente se han criticado las aproximaciones reduccionistas al estudio de los fósiles y se han planteado diferencias con respecto a la premisa newtoniana de la funcionalidad de los organismos, destacando que las distribuciones morfoespaciales de éstos están controladas por los esquemas de organización heredados, por las formas de desarrollo y por las propiedades mecánicas de los materiales que los conforman.

Estas posturas presentan un enorme interés, tanto desde un punto de vista estrictamente paleontológico como desde un punto de vista filosófico.

La confrontación entre cambios macro y microevolutivos o entre el éxito diferencial de las especies y la genética de poblaciones, y en definitiva entre gradualismo filético y equilibrio puntuado (Eldredge y Gould, 1972) intenta plantear la independencia de la paleontología con respecto a la biología, y sostener que el registro fósil debe dar lugar a una nueva teoría evolutiva. Como bien lo ha hecho notar Simpson (1981, 1985) esta confrontación es de carácter dialéctico. Se trata de una antinomia artificial basada en una interpretación distorsionada de la Teoría Sintética de la Evolución. El equilibrio puntuado es solamente un aspecto llevado al extremo que hace ya tiempo fue incorporado a la teoría neodarwiniana.

Pero el aspecto más interesante de estos nuevos planteos, tal vez sea el que se relaciona con las limitaciones adaptativas y evolutivas impuestas, por la historia previa de cada organismo, por el medio ambiente y por la estructura físico-química de la materia. Pues es evidente que las condiciones de la Tierra en lo que hace a gravedad, temperatura, composición de la atmósfera, océanos, etc. y la naturaleza de las energías y materias primas disponibles, sugieren que la vida solamente puede evolucionar en un número limitado de direcciones y formas (cf. Riccardi, 1985).

Al mismo tiempo también resulta evidente que la diversidad evolutiva muestra va-

riaciones ilimitadas sobre un número limitado de temas y que las mutaciones no dan explicación de la naturaleza u orden temporal de los fenómenos evolutivos, ni del ensamblaje y coordinación de diferentes órganos. En tal sentido cabe remarcar que la filogenia es una secuencia de ontogenias y que la pedomorfosis, como escapatoria de la superespecialización y la extinción de linajes, podría haber tenido un papel evolutivo primordial.

Por otra parte es posible que la verdadera fuerza del progreso evolutivo no radique en la selección natural aplicada a organismos que se adaptan al ambiente, sino en las tendencias o iniciativas exploratorias de éstos. Tal disposición activa se revela por lo pronto en una capacidad constructiva y complejidad creciente de la materia viviente que en función de la 2da. ley de la Termodinámica ha sido denominada "entropía negativa" o "sintropía".

Desde un punto de vista epistemológico los cambios de enfoques producidos en los últimos treinta años han significado el abandono del mecanicismo y positivismo del Siglo XIX, en favor de modelos especulativos que a veces han llegado a prescindir de los mismos fósiles. Por lo pronto parece que la Paleontología ha comenzado a reconocer que la organización jerárquica es un principio fundamental de la naturaleza viviente, lo cual implica que la vida no puede ser reducida a sus componentes básicos.

En los aspectos más generales, esta tendencia en favor de lo teórico ha llevado a veces a la utilización de evidencias inadecuadas para la contrastación de los modelos propuestos. Desde un punto de vista más local la adopción de estos criterios, ha resultado muchas veces prematura, dada la virtual inexistencia de datos apropiados para fundamentar o contrastar los modelos presentados. Más aún, en muchos casos el abandono de los estudios sistemáticos básicos en favor de modelos teóricos está llevando al agotamiento de la contrastación.

No obstante las modificaciones señaladas, el sistema metafísico anterior aún se halla presente en modelos que tienden a enfatizar en forma casi exclusiva la influencia del medio ambiente, en detrimento de la acción limitante y canalizadora de posibles factores

endógenos. Por otro lado parece existir una tendencia a tratar de convertir el azar en elemento explicativo de los procesos macroevolutivos. Así se ha propuesto que la diversificación taxonómica es aleatoria, y que las extinciones siguen un ritmo estocásticamente constante. Por más que parece evidente, como lo ha señalado Simpson (1985), que secuencias artificiales al azar pueden concordar con las que se observan en el registro fósil, y que la presencia de ritmos de extinción estocásticamente constantes solamente pueden darse en zonas adaptativas invariables, que no existen en la realidad.

Desde un punto de vista más general pareciera que el énfasis sigue estando puesto en la determinación de mecanismos evolutivos y en el origen de las especies. Curiosamente la extinción de éstas parece ser un problema relativamente menos considerado, especialmente en relación con sus causas, salvo en el contexto de extinciones en masa, las que han dado lugar a interpretaciones de tipo catastrofista.

Este último aspecto, el de las extinciones en masa, plantea dicho sea de paso uno de los problemas existentes con respecto a muchas de las especulaciones modernas sobre las evidencias paleontológicas. En este caso el de la pérdida de identidad en relación con el tema que se discute. Pues como lo ha destacado Teichert (MS) si se extrapolase el número de no-paleontólogos (esto es físicos, astrónomos, astrofísicos, geofísicos, etc.) que han venido participando, a través de los últimos 10 a 20 años, en la discusión del tema de las extinciones en masa, para el año 2000 probablemente se podría concluir que los paleontólogos no estarían calificados para participar en el tratamiento del tema.

## LA JUSTIFICACION FUNDAMENTAL

En definitiva y de acuerdo con todo lo expuesto, la Paleontología al igual que todas las demás ramas de la ciencia se ha desarrollado mediante una compleja interacción entre presupuestos filosóficos, paradigmas teóricos y una creciente masa de evidencias fácticas. Todo ello sujeto a un clima intelectual determinado, propio de cada época, en el cual no son menos importantes que el comportamiento de la comunidad científica

y el conjunto de conocimientos existentes, las influencias filosóficas, históricas, políticas y económicas de la sociedad humana en su conjunto (Riccardi 1977).

De todos estos aspectos considero importante remarcar uno usualmente poco ponderado, que es el que se relaciona con la importancia de los presupuestos metafísicos que subyacen la actividad científica. Pues tales presupuestos influyen en la elección de los problemas y en los tipos de soluciones que se consideran satisfactorios (Rudwick p. 155).

Sería largo elaborar sobre la interrelación entre la Paleontología y la Metafísica, tema sobre el cual ya he destacado algunos aspectos. Sin embargo es oportuno destacar que aunque la Paleontología ha desempeñado y desempeña un papel importante, tanto en el incremento del conocimiento sobre los organismos fósiles y sus relaciones como en diversas actividades de interés económico, también tiene en la proyección humana de ese conocimiento una importancia muy particular. Pues la Paleontología no solamente nos ayuda a comprender el mundo en que vivimos, sino que también nos posibilita rastrear nuestros orígenes, afinidades y naturaleza, y de esa manera nos permite conocernos mejor.

En tal sentido es conveniente recordar que el hombre constituye el producto más desarrollado de la evolución orgánica, hecho que se expresa en la complejidad de su cerebro, que lo convierte en el único organismo viviente que sabe que ha evolucionado.

Este cerebro ha posibilitado el desarrollo del pensamiento abstracto, de la anticipación del futuro, de la capacidad de elegir, lo cual ha permitido su desarrollo ético, y el desenvolvimiento de una cultura que es transmisible de generación en generación, a la mejor manera lamarckiana.

Estas capacidades han posibilitado el traslado de la actividad exploratoria al campo científico. Actividad ésta de carácter básicamente altruísta que usualmente debe buscar satisfacción en sí misma y en el placer estético que producen los hallazgos y descubrimientos que nos facultan a reconocer un ordenamiento dentro de un aparente desorden. Hecho éste que tampoco escapa a una concepción metafísica determinada.

En síntesis la Paleontología no solamente contribuye al conocimiento a través de los fósiles, sino que también toma en consideración una inmensa cantidad de hechos pertinentes de otros campos de la Ciencia, especialmente de la Geología y de la Biología, y los relaciona con una interpretación global sobre el mundo de la vida en toda su extensión temporal. Sobre tal base posibilita la reflexión sobre el significado de la naturaleza de la vida y del hombre.

## BIBLIOGRAFIA

- AMEGHINO, F., 1884. *Filogenia: Principios de clasificación transformista basados sobre leyes naturales y proporciones matemáticas*. Buenos Aires.
- AMEGHINO, F., 1906. Mi credo. *Soc. Cient. Argent., Anal.* 62: 64-95.
- BUNGE, M., 1959. *Causality*. The World Publishing Co., New York.
- BUNGE, M., 1969. *La Investigación Científica*. Ediciones Ariel, Barcelona.
- ELDREDGE, N. y GOULD, S. J., 1972. Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism. In: Schopf, T.S.M., ed., *Models in Paleobiology*: 82-115. San Francisco, Freeman, Cooper & Co.
- GOULD, S. J., 1965. Is Uniformitarianism Necessary? *Am. J. Sci.* 263: 223-228.
- GOULD, S. J., 1980. The promise of paleobiology as a nomothetic evolutionary discipline. *Paleobiology* 6: 96-118.
- HEMPEL, C. G., 1966. *Philosophy of Natural Science*. Prentice-Hall Inc., N. Jersey.
- INGENIEROS, J., 1919 *Las Doctrinas de Ameghino*. Ed. Tor (1959), Buenos Aires.
- KUHN, T. S., 1970. *The Structure of Scientific Revolutions*. Univ. Chicago Press. 2 ed.
- POPPER, K. R., 1962. *La Lógica de la Investigación Científica*. Editorial Tecnos, Madrid.
- POPPER, K. R., 1966. *The Open Society and Its Enemies*. Princeton Univ. Press, N. Jersey, 5 ed.
- POPPER, K. R., 1974. *Conocimiento Objetivo*. Editorial Tecnos, Madrid.
- REIG, O. A., 1981. La Paleontología Argentina: Pasado y Presente. *Interciencia* 6 (4): 274-277.
- RICCARDI, A. C., 1977. Geología: Protociencia, Especulación o Ciencia? *Rev. Asoc. Geol. Argent.* 32(1): 52-69.
- RICCARDI, A. C., 1985. Los Eurycephalitinæ Andinos (Ammonitina, Jurásico Medio): Modelos Evolutivos y Resolución Paleontológica. *Bol. Gent. Inst. Fitotec. (Castelar)* 13: 1-27.
- RICCARDI, A. C., 1991. Estructura y Desarrollo Científico de la Paleontología. *Interciencia* 16 (2): 78-82.
- RUDWICK, M. J. S., 1972. *The Meaning of Fossils*. MacDonald, London.
- SIMPSON, G. G., 1963. Historical Science. In: Albritton, C. C., ed. *The Fabric of Geology*, pp. 24-48. Freeman, Cooper and Co., Stanford.
- SIMPSON, G. G. 1964. *This View of Life*. Harcourt, Brace & World, Inc., New York.
- SIMPSON, G. G., 1981. Exhibit Dismay. *Nature* 290: 286.
- SIMPSON, G. G., 1985. *Fósiles e Historia de la Vida*. Prensa Científica, Barcelona.
- WATSON, R. A., 1969. Explanation and Prediction in Geology. *J. Geol.* 77: 488-494.