

# EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS XVII JORNADAS  
VOLUMEN 13 (2007)

Pío García  
Luis Salvatico  
Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



## Los dos rostros de la causalidad en el fenómeno de extinción masiva

*Hugo Germán Monzón\**

### Introducción

El registro fósil sugiere que el destino de virtualmente todos los organismos es la extinción, del mismo modo que nuevos taxones se han originado a través del tiempo, así también ellos han desaparecido. La interpretación estadística de la información empírica indica, de hecho, que la mayoría de los géneros y las especies viven durante períodos geológicos limitados.

En consonancia con esta lectura, los científicos han señalado que la vida en la Tierra parece estar amenazada por dos tipos de eventos destructivos: extinción de fondo y extinción masiva. El primero de tales eventos tiene que ver con el nivel continuo de renovación biótica, el cual se manifiesta a través de las innumerables extinciones menores y los episodios de reemplazo que han conmovido el equilibrio de los taxones. El segundo de los eventos tiene que ver, en cambio, con la observación de que la multiplicidad de géneros y especies –que en algún momento del tiempo geológico poblaron la Tierra– suele disminuir en ocasiones bruscamente.

Respecto de estos dos tipos de eventos, digno es de destacar que, en la actualidad, la preocupación de numerosos científicos y filósofos pasa por explicar, más que los acontecimientos regulares de desaparición biológica, los episodios de interrupción de la vida a gran escala. Es precisamente por esta razón que muchos investigadores están en la búsqueda de la lógica matemática y biológica que los domina. El porqué del fin de los linajes parece ser, en este sentido, el nuevo Santo Grial de las ciencias de la vida. El punto para este trabajo es, sin embargo más humilde: explorar si tal “porqué” tiene uno o varios rostros.

El devenir físico y biológico terrestre ha sido víctima de cinco grandes eventos destructivos. El carácter de estos eventos ha sido de tal magnitud, que la ciencia los suele emplear para definir los límites temporales geológicos. El fenómeno que ocurrió hace 65 millones de años ha sido utilizado, por ejemplo, para distinguir la era Mesozoica de la Terciaria. Tal género de acontecimientos tiene, desde luego, especial importancia para los geólogos y los paleontólogos, porque les permite imaginar biosferas posibles.

Esta estimación no se agota, sin embargo, en esta consideración, ya que además contribuye a descifrar el problema del cambio en la historia de la Tierra. Al respecto, digno es de señalar que, entre los estudios dedicados a la reconstrucción del pasado terrestre, existe un conjunto que centra su atención, no tanto en los escenarios bióticos que predominaron a lo largo de una era, sino, más bien, en los sucesos mismos que desataron las catástrofes geológicas y ecológicas. Tales investigaciones se caracterizan por coincidir en la necesidad de dilucidación de los cambios abruptos, aunque también por diferir en las razones que los explican. El estado de conocimiento actual sobre las crisis biológicas es particularmente dependiente de los resultados de estos estudios, en especial, de los enfoques posibles sobre las causas de la extinción.

Las últimas conclusiones científicas indican que lógica de la desaparición de las especies puede ser construida en función de dos enfoques causales: externo e interno. El primero plantea

---

\* FFyH (UNC)

que las extinciones son el resultado de una sobrecarga impuesta a las biotas desde el exterior. El segundo propone, por el contrario, que el fin de los linajes es una parte natural de la dinámica de los ecosistemas.

Sobre lo último conviene señalar que la tensión entre ambos enfoques se exhibe tanto en el plano empírico, cuanto en el plano teórico, ya que los modelos de extinción despliegan sus explicaciones en consonancia con un enfoque causal determinado. Precisamente, como las consecuencias que tales tensiones tienen para la comprensión de las crisis biológicas fijan el tema de este trabajo, es que en esta oportunidad se propone discutir las principales versiones del concepto de causalidad incorporado a los estudios sobre extinción.

### **La extinción como efecto de una causa externa al ecosistema**

La visión de que las crisis biológicas están enlazadas a un acontecimiento extraño a los ecosistemas goza de consenso por parte de numerosos investigadores. Este punto de vista postula que la ocurrencia de acontecimientos catastróficos es la clave para entender los cambios abruptos exhibidos por el registro fósil. Para expresarlo en términos más concretos, afirma que deben existir razones por las cuales se producen, en ciertos momentos del tiempo geológico, disminuciones bruscas en la diversidad biológica, y que estas razones toman lugar cuando se produce un suceso que conmociona a las biotas desde su exterior.

La perspectiva señalada ha sido adoptada, como lo muestra la extensa bibliografía sobre el tema que convoca a este trabajo, por una gran cantidad de investigadores para la comprensión de las extinciones masivas. En este sentido, digno es de señalar la existencia de dos versiones que materializan esta posición. Una primera versión coincide con la idea de que el agente impelente de la desaparición de las especies está en el medio ambiente terrestre. La otra versión acuerda, por el contrario, con la premisa de que los picos negativos del registro fósil son representativos, más que de un fenómeno puramente biológico, de un proceso que incumbe, según los casos, al sistema solar, a la galaxia, o a galaxias vecinas (Newman-Palmer, 2003: 2). Sobre ambas lecturas de la causalidad externa conviene detenerse.

La historia de la extinción está dominada por cinco catástrofes biológicas, las así llamadas "extinciones masivas". Estas sucedieron cuando tasas extremadamente altas de taxones desaparecieron de las aguas y de la superficie terrestre. Sobre la ocurrencia de estos acontecimientos se han sugerido un abanico de teorías posibles. Dichas teorías proponen que el fin de los linajes puede ponerse en correlación, o con un factor en particular, o con un conjunto de ellos. De entre los factores particulares, se pueden mencionar los siguientes: cambio climático, anoxia oceánica, vulcanismo, alteración en las corrientes marinas, regresiones en el nivel del mar, especialización excesiva, cambio de hábitat, desaparición de especies clave (Raup, 1992: Cap. 8). Y en acuerdo con la actuación individual o en conjunto de estos factores, las extinciones masivas se han considerado como su efecto resultante.

Sobre lo anterior, y más allá de toda cuestión empírica, la convicción que sostiene a todas las variantes enunciadas se apoya en la idea de que, si las exquisitas adaptaciones de las especies resultaron ser insuficientes para su preservación durante períodos de extinción de fondo, entonces es esperable que tales adaptaciones sean aún menos protectoras durante los períodos de conmoción en el medio ambiente; de modo tal que la causa de la desaparición de las especies no puede ser reducible, ni a la mera alteración en el régimen interno normal de los ecosistemas, ni a

la competencia entre especies.

Como se ha sugerido más atrás, existe también otra consideración sobre la causalidad externa de las extinciones. Esta alternativa se diferencia de la señalada en que los descensos poblacionales no pueden ser atribuibles a factores terrestres, sino a disparadores de origen diverso. De entre estos últimos, los que han recibido la mayor atención por parte de los investigadores son los siguientes: reversión del campo magnético, impacto de un meteorito, radiaciones de una supernova. Todas estas variantes comparten la convicción, por supuesto, de que solamente las devastadoras consecuencias de un evento raro por su magnitud, aunque real por su presencia en el registro geológico y fósil, podría interrumpir el patrón de la vida en la Tierra. Además, y como en el caso anterior, estas variantes basan sus dictámenes en la idea de que la desaparición brusca de especies no puede ceñirse a la mera consideración de factores terrestres, ya que la magnitud de lo exhibido por el registro geológico y fósil exige la participación de agentes capaces de explicar el deterioro a gran escala. Pero, ¿es realmente una imposibilidad el que el fin de los linajes tenga una causa biótica?

### **La extinción como efecto de una causa interna al ecosistema**

En los últimos tiempos, un número creciente de científicos y filósofos han sido atrapados por la búsqueda de la lógica que domina la extinción. Más precisamente, desde que Walter Álvarez lanzó su famosa hipótesis sobre la desaparición de los dinosaurios, el tópico parece estar revestido de otro estatus (Álvarez et al. 1980). Este rasgo se palpa con particular relevancia en los círculos divulgativos y populares, donde el interés por lo que ocurrió a los grandes saurios está reforzado y alentado hasta por la publicidad. Por ejemplo, en la ciudad donde se redactó este trabajo, los restos de dinosaurios representaron (durante julio de 2006) una fuente de atracción turística: un conjunto de fósiles del Cretácico fueron exhibidos en su Cabildo Histórico.

A diferencia de esta moda, en los ámbitos evolutivos el *por qué* y el *cómo* de la muerte a gran escala de las especies constituye un tema más serio. En este sentido, es un hecho histórico que desde la época de Darwin se está tratando de responder a la pregunta siguiente: ¿por qué el registro fósil no muestra un reemplazo continuo de faunas?. El científico inglés ofreció, por supuesto, una respuesta concreta a esta cuestión fundamental, y en consonancia con ella muchos biólogos defendieron (y defienden) la idea de que la clave está, precisamente, en el estudio exclusivo de los ecosistemas. Pero, ¿cuál es el mecanismo que desde Darwin ha inspirado la causalidad interna de las extinciones?

La mayoría de los biógrafos de Darwin señalan que fue John Henslow quien percibió mejor que nadie los intereses biológicos del gran evolucionista. Indican también que fue Henslow quien le entregó, como regalo de partida, el primer volumen de los *Principios de Geología* de Lyell. Según los biógrafos, entonces, fue en la obra de Lyell donde el evolucionista inglés se encontró con una forma diferente de leer el devenir de la Tierra. De hecho, el 'mecanismo de extinción' con el que se encontró Darwin en *Principios* se trataba de un modelo de equilibrio apoyado en la hipótesis del reemplazo constante de especies, el cual, según Raup (1994: 6758) está presente en el *Origen de las especies* bajo la asunción de las siguientes premisas:

- I Las extinciones han sido graduales y continuas.
- II Las extinciones masivas no ocurrieron realmente.
- III Las causas de la extinción son generalmente biológicas, no físicas.

#### IV La extinción de las especies está vinculada al proceso de la selección natural.

Tal como lo sugiere Raup, entonces, Darwin fue el primero en postular un modelo cualitativo de causalidad interna de extinción. Concretamente, a través del mecanismo de competencia entre especies, vio a la extinción como parte de la selección natural. Y dado que la selección natural, tal como hoy se la acepta, no es si no una parte natural de la dinámica de los ecosistemas, su visión quedó instalada y fundamentó la percepción biótica de las crisis biológicas.

Cabe agregar que, apartándose del modelo anterior, algunos biólogos y ecólogos sostienen, en la actualidad, una visión restaurada del mecanismo de extinción propuesto por Lyell y Darwin. Tal visión afirma, concretamente, que las crisis biológicas se desarrollan independientemente de que se impongan sobrecargas al medio ambiente, ya que éstas, en realidad, son sólo una faceta más de la dinámica de los ecosistemas. Para esta perspectiva, la desaparición de las especies puede tener un evento abiótico en su origen, aunque la cadena de hechos que dan lugar a las muertes masivas no es su consecuencia exclusiva. Este enfoque, consecuentemente, considera erróneo atribuir a un *único* acontecimiento lo que puede ser explicado de forma menos dramática (Newman-Palmer, 2003: 2).

También es importante señalar que el enfoque anterior ha dado lugar a que algunos investigadores prefirieran buscar explicaciones a la extinción en combinaciones de factores más 'ordinarios', es decir, en la actuación en conjunto de disparadores potenciales de muerte masiva, pero intrínsecos a las biotas (Newman-Palmer, 2003, 2). Para este conjunto de investigadores, agentes particulares operando, tanto sobre el nivel de población, cuanto sobre el nivel de la comunidad, permiten dar cuenta de la inestabilidad de las estructuras biológicas. El mecanismo que gobierna la pérdida de especies se convierte, bajo esta concepción, en un mecanismo inteligible (es decir, susceptible de investigación y comprobación de hipótesis) en términos exclusivos de límites dictados ecológicamente.

#### **Dos enfoques, un fenómeno**

El fenómeno de extinción masiva ha sido puesto en correlación con numerosos eventos. Estos eventos, sean de características catastróficas u ordinarias, tienen en la actualidad (por supuesto, desde un punto de vista científico) el estatus de hipótesis. El meteorito que, según Álvarez, cayó desde el cielo y mató a los dinosaurios es un claro ejemplo de esto: se trata de una conjetura más. La construcción de este tipo de hipótesis se asienta en una especulación determinada (generalmente un escenario de destrucción) y se desarrolla sobre la búsqueda de una evidencia confirmatoria (para el caso del ejemplo, la presencia de iridio y cuarzo chocado, además, el cráter de Chicxulub). Por otro lado, este tipo de hipótesis es estimada, más que en términos de confirmación o refutación, en función de su adecuación o inadecuación al registro geológico y a las compilaciones fosilíferas. En este sentido, es un hecho que el estado actual del arte no permite descartar conjeturas que muy posiblemente en el futuro generen sonrisas, pero que en el presente demuestran consistencia con la data disponible.

A pesar de lo anterior, digno es de señalar que de la imposibilidad de discriminación de la razón (hipótesis bajo algún criterio más verosímil) que efectivamente produjo y está ocasionando la desaparición de ciertos taxones, no se sigue la ignorancia de la causalidad de la extinción. Concretamente, hoy la ciencia puede separar causa de efecto en lo referido a la muerte a gran escala de especies. El punto es que lo hace en función de dos enfoques causales.

Las implicaciones de la causalidad *externa* son profundas para la biología evolutiva. La más obvia es que el sistema evolutivo no está 'solo'. Los ecosistemas, desde este punto de vista, están bajo la dependencia de factores más influyentes que los locales. El medio ambiente regional asume, por otro lado, suma importancia, ya que es necesario estimar su comportamiento por algún medio (algunos modelos adoptan, por ejemplo, un régimen de cambio constante). Consecuentemente, los escenarios posibles de extinción se presentan siempre bajo la amenaza latente de un acontecimiento catastrófico. Con tasas de muerte para las especies superiores al 60%, los eventos de este tipo fuerzan a la biosfera a atravesar estrechos cuellos de botella. El curso histórico de la vida asume, entonces, otra dirección, ya que el tipo de perturbación que desata la muerte a gran escala cambia la composición biótica de un modo fundamental.

Todo esto no es poco, desde luego, pero tiene el problema de que se presenta como exclusivamente descriptivo, ya que todavía no ha podido ser puesto en correlación con un único mecanismo causal subyacente. La perspectiva causal externa cuenta, de todos modos, con una certeza: las extinciones masivas deben emparejarse con un acontecimiento extrínseco a los ecosistemas.

Las consecuencias del enfoque causal *interno* son, como en el caso anterior, también importantes para la biología evolutiva. Al respecto, un solo señalamiento permitirá establecer la cabal importancia de lo que ellas están mentando: distintos escenarios de destrucción biótica pueden ser armados bajo directivas estrictamente intrínsecas. Al respecto, la desaparición masiva de especies no parece ser necesariamente el corolario de una catástrofe, ya que puede ser también la consecuencia de una alteración en el régimen del ecosistema. En los hechos, el agente impelente de extinción es susceptible de puesta en correlación con un fenómeno (físico o biológico) que altere la dinámica intra-específica, lo cual permite recuperar el mecanismo propuesto por Darwin para el origen y la extinción de las especies. El tema para este enfoque no es, sin embargo, el poder dar cuenta efectiva del fin de ciertos linajes, sino el de poder encuadrar en sus presupuestos (en muchos casos: uniformidad y cambio gradual) el conjunto de indicadores empíricos que señalan la existencia de desapariciones abruptas.

### **Conclusiones**

Del examen realizado al tópico causalidad en las extinciones masivas, dos conclusiones se pueden extraer de forma inmediata: (1) las soluciones a las crisis biológicas son posibles bajo dos enfoques causales, a saber, externo o interno a los ecosistemas bajo consideración; (2) las correlaciones entre agentes impelentes de extinción y episodios de muerte masiva son múltiples. Respecto de la primera conclusión, digno es de señalar que, en la actualidad, el 'modelo de extinción' legado por Darwin no goza del mayor consenso entre los científicos. La razón de esto descansa en el hecho de que se han encontrado menos ejemplos de cambio gradual que lo esperado. Por otro lado, el registro fósil muestra cinco episodios que, bajo una consideración gradualista del cambio biológico en la Tierra, resulta inexplicable. Estos dos hechos no implican, por supuesto, que la perspectiva interna de la causalidad esté equivocada, sólo que la idea de cambio filético lento no puede mantenerse sobre la mera atribución de imperfección a las compilaciones fosilíferas. Esto último tiene que ver también con la segunda de las conclusiones extraídas. El registro fósil señala la disminución abrupta de variedad taxonómica, no la presencia de un agente particular de extinción. El trabajo de paleobiólogos y ecólogos (entre otros

especialistas) consiste, en este sentido, en encontrar la causa de tal caída. Los hechos demuestran, sin embargo, que hasta el momento sólo se han podido enlazar agencias y muerte masiva en términos de correlación. En definitiva, el estado actual del arte no permite hacer enunciados definitivos sobre el mecanismo causal que subyace a las extinciones.

### **Bibliografía**

- Alvarez, W., Alvarez, L. W., Asaro, F. y Michel, H. V. (1984), "The End of the Cretaceous: Sharp Boundary or Gradual Transition?" Revista *Science, New Series*, Vol. 223, No. 4641 (Mar. 16, 1984). pp. 1183-1186.
- Newman, M. y Palmer, R. G. (2003), *Modeling Extinction*. New York, Oxford University Press. 102 págs.
- Raup, D. (1992), *Extinction, Bad Genes or Bad Luck?*. New York, W. W. Norton and Company 210 págs.