

## Darwin y Boltzmann: Física Teórica y Evolución

Joaquín Sánchez Guillén

Departamento de Física de Partículas, Universidad de Santiago de Compostela (España).

La investigación teórica de la evolución abarca hoy múltiples ramas de la física y matemáticas, desde simulaciones computacionales hasta modelos dinámicos y autoorganizados, con la mecánica estadística como base principal. Aparte de la actividad investigadora dedicada, las ideas de la evolución fueron muy atractivas para los físicos desde sus orígenes y especialmente para uno de los creadores de dicha física estadística, L. Boltzmann, que fue uno de los más distinguidos entusiastas desde el principio. Llegó a declarar la idea de Darwin de transmutación de especies por selección natural como la más relevante del siglo XIX. Esto es bien conocido en términos generales, pero no son raras las preguntas por las contribuciones de Boltzmann e incluso por la escasa influencia de los presuntos escritos de Boltzmann sobre la evolución en seguidores suyos, como Einstein o Schroedinger, que tanto hablaron de filosofía y biología y apenas mencionaron la evolución.

Nos parece oportuno en el bicentenario de Darwin y tan sólo a tres años del centenario de la muerte de Boltzmann, contribuir a clarificar esta cuestión tan interesante.

Quede claro desde el principio que Boltzmann no escribió ningún artículo ni pronunció conferencia alguna sobre la evolución, buena razón para que no las leyera sus seguidores. Lo que sí hizo fue utilizarla en sus argumentos en su artículo filosófico Sobre la Existencia [1] y comentarios sueltos, esparcidos en sus Escritos Populares [2] y notas personales recientemente transcritas y publicadas [3], difíciles de encontrar. Por su gran interés, vamos a resumir aquí **lo mucho** que dijo en esas **pocas manifestaciones** y tratar de explicar sus contextos.

Boltzmann, ávido lector, tenía 16 años y gran afición por la biología y filosofía cuando apareció, en menos de un año, la traducción alemana del *Origin of the species* de C. Darwin [4] de 1859. Por cierto que no le gustó a Darwin esa primera traducción, empezando por el final del resto del título “by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life” por *Kampf um die Existenz*, que pasaría a la traducción francesa de 1876. La primera española es de 1877 y contiene dos cartas de Darwin en exclusiva. Como aspecto crucial en la difusión de sus ideas, Darwin controlaba personalmente las traducciones, cam-

biando a algunos de los primeros traductores hasta encontrar las personas idóneas.

Empecemos por resaltar que las ideas de la evolución impactaron en Boltzmann hasta el punto de ver en ellas la pieza que faltaba en su ideal, compartido con Helmholtz desde la afinidad y con Mach desde la discrepancia, de una explicación científica, de todos los procesos y fenómenos naturales. En su único artículo filosófico [1] nos presenta la evolución como un argumento esencial de su teoría del conocimiento<sup>1</sup>:

*“Consideramos el cerebro como el aparato, el órgano para la producción de imágenes del mundo, que, por su utilidad para la conservación de la especie, se ha desarrollado según la teoría de Darwin a un nivel especial de perfección, al igual que el cuello en la jirafa y el pico de la cigüeña han desarrollado un tamaño excepcional”.*

Una página más abajo, adelantándose al desasosiego que puede generar la explicación científica, material, de los procesos mentales, vuelve a argumentar que no está justificada en su opinión tal desazón, “*ya que es precisamente la generación de sentimientos fuertes de placer y dolor lo que la teoría de Darwin puede explicar, pues tales sensaciones son necesarias para generar reacciones de la intensidad requeridas para la conservación de la especie*”.

Es más, Boltzmann veía la evolución como prototipo de las teorías y desde luego de la nueva filosofía. Como nos dice en los Escritos Populares [2]:

*“En mi opinión cabe esperar toda la salvación de la filosofía de la teoría de Darwin... a la que tenemos que agradecer la maravillosa teoría mecánica de las ciencias biológicas. Esta se propone explicar toda la variedad de plantas y animales desde el principio puramente mecánico de la herencia, que por ahora, como todos los principios básicos, es oscuro”.*

A este propósito nos dice en otro escrito (sobre el Electromagnetismo de Maxwell, que él también explicaba todavía con el éter):

*“Las teorías no pretenden partir de hipótesis que cubran a la perfección toda la Naturaleza... Los mecanismos se sustituirán en el futuro por otros más útiles, pero las ideas generales que han establecido permanecerán en las teorías”.*

En efecto, Boltzmann pensó sobre los problemas “técnicos” de la teoría de la evolución. Sus preocupaciones negativas las recoge en sus notas personales sobre las conversaciones con el filósofo Franz Brentano [3], tras una visita de varias semanas en Florencia al filósofo expulsado de Viena por sus ideas. Le preocupan, sobre todo el problema de escalas de tiempo y el mecanismo de la selección tratado desde un punto de vista meramente estadístico. Respecto al primer punto, que *la edad de la tierra es demasiado corta en comparación con las escasas variaciones producidas por*

<sup>1</sup> Específicamente se trata de una *visión objetiva del mundo*, muy matizada y justificada por su acuerdo con los hechos.

la reproducción, parte del paradigma de la selección reproductiva de plantas y animales y maneja los tiempos (cientos de millones de años) del cálculo termodinámico, efectuado primero por William Thomson, Lord Kelvin, sobre la base de enfriamiento por transmisión y en acuerdo con sus cálculos de la edad del sol. Es bien conocido que Rutherford en una sesión de la Royal Society de 1904, en la que estaba presente Lord Kelvin, corrigió, con gran tacto y habilidad, la edad de la tierra, de acuerdo con las vidas medias de elementos radiactivos, a más de tres mil de millones de años, tal como requiere la evolución de la especie humana.



Charles Darwin, 1809-1882.

Evidentemente, lo importante era la posibilidad de un nuevo mecanismo para la energía solar, como hábilmente resaltó Rutherford sirviéndose de la frase retórica del autor del cálculo termodinámico, “en ausencia de una fuente de energía desconocida”. Lo que quizás no es tan conocido es que John Perry, colaborador de Lord Kelvin, ya había llegado a esta estimación con un cálculo termodinámico incluyendo convección. La tectónica de placas que incluía su cálculo resolvía también otro problema técnico de la evolución, la migración de especies. Pero Lord Kelvin se opuso a la publicación y Perry siguió su carrera sin volver a insistir. Boltzmann parece que no conoció el descubrimiento de Rutherford, entonces en Mc Gill en Canadá, aunque había hecho provisiones de elementos radioactivos en su laboratorio, que luego hizo llegar a los investigadores.

Invoca como posible mecanismo acelerador el “amor en los animales superiores”, indicando que Brentano ve aquí una explicación mecánica de esta pasión. Termina la nota con una frase especialmente lúcida: “*debe desarrollarse una tendencia a la variación precisamente donde es posible el perfeccionamiento*”, y otra de fina ironía recordando que en esta cuestión *a veces se activa una parte mayor y otras*

*menor del cerebro*. Respecto al mecanismo de transmisión, Boltzmann desconocía como Darwin la demostración de Mendel de la transición individualizada, **genética**, como la denominó Sutton en 1922.

El trabajo de Mendel, realizado tan cerca y expuesto en Viena, lo tenía ignorado en su escritorio Darwin, pues Mendel lo había enviado a todos los investigadores relevantes antes de su muerte en 1884. El análisis puramente estadístico de Boltzmann, ilustrado con un ejemplo muy claro sobre la imposibilidad de mejora de un retrato original tras cien copias sin conocimiento del modelo, sería sistematizado a teoremas por W. Weinberg y G.H.Hardy [5] en 1908, sólo tres años después, considerando ya el modelo mendeliano.

De todas formas, Boltzmann era muy consciente de la diferencia entre los conceptos básicos de una teoría y sus detalles técnicos, como hemos recordado y puede verse de forma aún más explícita en una de sus últimas publicaciones, el artículo sobre Modelos en la Enciclopedia Británica en la décima edición de 1902.

Es conocido que Boltzmann llegó a equiparar la evolución con el teorema de Pitágoras. Lo hizo en su discurso de despedida y jubileo de los trescientos años de la Universidad de Graz, donde había sido rector y desarrollado sus mejores trabajos. El tema básico del discurso fue una glosa necrológica de G. Kirchhoff a quien presuntamente iba a suceder en Berlín. La charla se reproduce también en los Escritos Populares [2] y contiene un resumen genial de la espectroscopia y, de su principal aplicación, la astrofísica, iniciada por Kirchhoff. Se entusiasma con el futuro de esa rama, que establece la vigencia de las mismas leyes en todo el universo y permite su investigación total, sin límites, según el paradigma de Darwin. Entonces reproduce un soneto de A. Chamisso muy apropiado, en el que los cien bueyes (la hecatombe, la máxima ofrenda posible) muge desesperados al oír del logro pitagórico y la suerte que les espera por ello. Boltzmann exclama a continuación:

*“¿No suenan más alto que nunca los gritos de todos los hombres oscuros, de todos los enemigos de la libertad de expresión y la investigación contra el nuevo teorema de Pitágoras, la teoría de Darwin? Alcemos los corazones: es la tormenta la que anuncia que se aproxima la primavera. Pero hasta entonces llega demasiado pronto la burla superficial, hasta entonces se libra la amarga y sangrienta lucha, que no se pelea con plomo y pólvora, pero que arrastra a miles y miles de los más nobles. ¿Quién cuenta las tumbas sobre las que podría escribirse lo que compuso Schiller para Rousseau?. ¿Cuándo cicatrizará la vieja herida?”*

Esta es por lo tanto la principal conclusión de Boltzmann sobre Darwin, la posibilidad real de una investigación científica de toda la naturaleza, desde el universo hasta el hombre. Evidentemente esta culminación de un proceso que había empezado con la nueva física de Galileo, iba a traer

una fuerte reacción *del lado oscuro*, de la que él mismo fue testigo y víctima. De hecho las últimas palabras del discurso son un recuerdo de la expulsión de Kepler de Graz, donde trabajaba en el colegio protestante, pidiendo que si la suerte les trae a otro análogo en los próximos 300 años, le traten mejor.



Ludwig Boltzmann, 1844-1906.

El alcance de esta cuestión sigue vigente, como tantas visiones de Boltzmann y una buena solución es la más simple, no mezclar la ciencia como tal con otras actividades, especialmente la religión. En esta cuestión Boltzmann tenía claro que tan absurdo era tratar de demostrar científicamente la inexistencia de lo divino como su existencia, con una postura tolerante. Así termina su única publicación filosófica, sobre la existencia:

*“Si bien es cierto que sólo un demente negaría la existencia de Dios, no lo es menos que todas nuestras ideas sobre Dios son meros antropomorfismos insuficientes, de forma que lo que nos imaginamos como Dios, no existe tal como nos lo imaginamos. Por lo tanto, cuando el uno dice que está convencido de la existencia de Dios y el otro que no cree en Dios, puede que sin sospecharlo estén los dos diciendo exactamente lo mismo”.*

Con esta postura estarían de acuerdo hoy la practica totalidad de los científicos, aunque a veces surjan beligerantes iluminados.

En lo que sí fue beligerante Boltzmann es en la defensa de la libertad. Entusiasmado por sus resultados en sus visitas a los EE.UU. escribía a propósito de la última a la universidad de Berkley en su Viaje a Eldorado [2], especie de testamento vital:

*“La república frente a la cual Esparta y Roma son un claustro de novicias existe, aunque al otro lado del océano,*

*¡y qué colosal, y cómo sigue creciendo! “La libertad cría gigantes”.*

En la otra conclusión de Boltzmann, sobre el papel central y paradigmático de la teoría de la evolución, especialmente en la filosofía, y la interacción de ésta con la ciencia, ya no hay tanto consenso.

De hecho, su discípulo frustrado Wittgenstein<sup>2</sup> escribe en el punto 4112 del Tractatus *“que la teoría darwinista no es más relevante para la filosofía que las otras hipótesis científicas”*. Poco antes había escrito lo mismo sobre la psicología, aunque sin el calificativo de hipótesis. De hecho, sostiene que el papel de la filosofía es *“delimitar el ámbito disputable de la ciencia natural”* (4113) y así de *“lo pensable y con ello lo impensable”* (4114).

En cambio Boltzmann, como hemos dicho, va más allá y propone que *“la tarea de la filosofía del futuro será formular las ideas fundamentales de forma que en todos los casos reciba instrucciones precisas para las incursiones adecuadas en el mundo de los fenómenos”*, en su célebre conferencia de 1905 Sobre una tesis de Schopenhauer [2]. Uno de los problemas<sup>3</sup> es que esa propuesta, está sin desarrollar. Feyerabend en cambio es muy partidario, como recoge en la Enciclopedia filosófica de P. Edwards, diciendo que *“es lamentable que la filosofía de Boltzmann que está en relación directa con la física, sea prácticamente desconocida, pues sus planteamientos son también reveladores para el presente y constituyen un campo muy prometedor”*.

Un ejercicio muy interesante sería analizar con ambos planteamientos, en cierto modo complementarios, cuestiones como si el que una especie se haya hecho con el control de su propia evolución significa el fin de ésta o más bien la acelera.

Terminamos recordando una notable analogía de Darwin y Boltzmann. Ambos desarrollaron visiones profundas que cambiaron la ciencia y la visión del mundo, a pesar de no contar con todos los elementos necesarios, que se fueron estableciendo después y empeñaron su vida en su defensa contra las enormes reacciones. Lo hicieron con todo rigor, pensando muy concienzudamente en las paradojas y posibles contradicciones de sus innovadoras teorías. Así llegó Darwin al papel selectivo de la reproducción sexual (pensando en la atormentadora cola del pavo real) y Boltzmann a la interpretación probabilística, pensando en las paradojas de reversibilidad de su maestro Loschmidt y de recurrencia de Zermelo, ayudante de Planck.

<sup>2</sup> No se le permitió matricularse en el curso de filosofía de Boltzmann en Viena por una cuestión administrativa de títulos de bachillerato y marchó al politécnico de Berlín.

<sup>3</sup> Otros problemas fueron el rechazo de la filosofía académica, que nunca admitió la sucesión a la cátedra de Mach, ya considerada una afrenta. También ha sufrido Boltzmann apropiaciones indebidas, como la de Lenin para el materialismo dialéctico o de neokantianos y escuelas filogenéticas.

Referencias bibliográficas

- [1] L. BOLTZMANN, SB WIEN BERICHT. **106** (1897) Part IIa, 83-109. Versión inglesa en Brian McGuiness (ed.), *Theoretical Physics and Philosophical Problems*, D. Reidel, Dordrecht, Boston 1974, p. 57.
- [2] L. BOLTZMANN, POPULAERE SCHRIFTEN, LEIPZIG (1905). Existen traducciones al inglés, español y francés de algunos de los escritos. Los textos citados aquí son traducción directa del autor del original alemán.
- [3] ILSE MARIA FASOL-BOLTZMANN Y GERHARD LUDWIG FASOL (eds.), Ludwig Boltzmann (1844-1906) Springer, Wien New York, 2006. La transcripción de la taquigrafía personal de Boltzmann, labor heroica de su nieta, la primera autora, apareció por primera vez en *Principien der Natur Filosofie*, Springer, Berlin 1990.
- [4] Las obras completas de Darwin están disponibles en la página <http://www.darwin-online.org.uk>, dirigida por John van Wyhe.
- [5] W. WEINBERG, JAHRES. Ver. Vaterl. Naturkel. Stuttgart 64, 368 (1908); G. H. HARDY, Science 28, 49 (1908).

web: [bienalfisica09.uclm.es](http://bienalfisica09.uclm.es)

**Bienal de Física**  
19º Encuentro Ibérico de enseñanza de la física

Ciudad Real, 7 al 11 de septiembre de 2009

**Ponentes confirmados:**

- Prof. George Smoot,  
Premio Nobel de Física 2006  
*Lawrence Berkeley Lab (California)*
- Prof. Ignacio Cirac  
Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2006. *Director del Instituto Max-Planck de Óptica Cuántica (Garching, Alemania)*
- Prof. Sergio Bertolucci  
*Director de investigación del CERN (Ginebra)*
- Prof. Agustin Sánchez-Lavega  
*Grupo Ciencias Planetarias, Universidad País Vasco*
- Prof. Elizabeth A. Krupinski  
*Dep. Investigación Radiológica, Universidad de Arizona*
- Prof. Jean-Marc Triscone  
*Dep. Física de la Materia Condensada, Universidad de Ginebra*
- Prof. M<sup>o</sup> del Rosario Heras Celemin  
*Directora de Investigación de Arquitectura Bioclimática del CIEMAT*

**¡Ampliado el plazo para envío de comunicaciones hasta el 11 Mayo!**