

Boltzmann, el olvidado creador de la física moderna con la teoría cinética de los gases

Ludwig Eduard Boltzmann nace el 20 de febrero de 1844, en Viena. Hijo Ludwig Georg inspector de la hacienda imperial en Linz y de Katherina Pauernfein, de una familia de comerciantes de Salzburgo. Sería el mayor de tres hermanos, Albert y Hedwig, cuatro años menor. Aunque eran protestantes, fue bautizado como católico, porque también lo fue su boda. Su padre fue trasladado a Linz en 1855, por lo que allí inició sus estudios de enseñanza secundaria en el instituto público¹. Su padre falleció de tuberculosis cuando tenía 16 años². En 1863, realiza su examen de madurez, obteniendo matrícula de honor, y ese mismo año falleció su hermano Albert. En otoño de ese año, su madre se traslada con la familia a Viena para que Ludwig estudie en la universidad.



Boltzmann en 1863

Se matricula en el Instituto de Física de Viena, en octubre de 1863. Allí estudiará con los jóvenes profesores Stefan y Loschmidt. Después de un año, es elegido becario. En 1865 y 1866, escribe sus dos primeros trabajos: “*El movimiento de la electricidad en superficies curvas*” y “*El significado del segundo principio de termodinámica*”.

En 1867, Stefan le contrata como profesor ayudante³. Antes en el examen de doctorado en Física Matemáticas y Filosofía, había obtenido la calificación “cum laude”. A principios de 1868, consiguió la habilitación para impartir docencia, dando clases hasta el verano de 1869, sobre los principios fundamentales mecánicos de la Termodinámica y de Acústica y Elasticidad, publicando media docena de trabajos sobre dichos temas.

Ese mismo año es nombrado profesor de Física Matemática en la Universidad de Graz comenzando su magisterio en septiembre de 1869, magisterio que le permitió realizar amplias estancias en Heidelberg, bajo la sombra de Bunsen y Kirchoff entre 1869 y 1871, y después en Berlín, con Helmholtz. Aquí comienza a desarrollar la interpretación estadística de la entropía de Clausius⁴.



Ludwig y Henriette, en 1876

En Berlín, establece la primera versión de la llamada “ecuación de Boltzmann”, $S = -kH$, siendo S la entropía, k la llamada constante de Boltzmann y H el promedio de la distribución estadística molecular de los gases. Tenía 28 años.

En mayo de 1873, estando en Graz, se encuentra en una excursión a Henriette von Aigentler, estudiante de 19 años de la Escuela de Magisterio. Se enamora de ella, y después de tres años de noviazgo, a distancia, se casa con ella en Graz, en julio de 1876⁵.

En 1873, quedando vacante la cátedra de Matemáticas de Viena, por la jubilación de Franz Moth, se propone y nombra de Ludwig Boltzmann, como profesor. En esta etapa publicó trabajos de matemática sobre las series de Fourier y sobre aspectos matemáticos de las ecuaciones del movimiento molecular, aunque lo más relevante fue el desarrollo del teorema de H, y la explicación mecánica estadística del segundo principio de Termodinámica.

¹ Tendría como profesor de Física y Matemáticas a J. Rudelka y M. Drbal en Filosofía. Era el mejor de su clase pese a sus problemas respiratorios.

² Estaba muy unido a él, pues le había inculcado su afición por la música, acompañándolo en sus veladas al piano, con su violín. También había tomado clases de piano con Anton Bruckner.

³ Hasta estas fechas, habían tenido que vivir, de los 500 florines de la herencia de su hermana Hedwig.

⁴ En 1871, había escrito una carta muy dura a Clausius, profesor en Zurich, por no haber citado un trabajo suyo anterior sobre la interpretación mecánica del segundo Principio de Termodinámica donde se hacía alusión a la entropía.

⁵ En la intimidad de su casa eran Jetti y Lui. Como este era muy goloso, ella le llamaba “*mi dulce rollizo*”.



Boltzmann y sus colaboradores en Graz, Nernst, Streintz, Arrhenius, Hiecke (de pie). En el centro sentado Boltzmann



Boltzmann y familia



Boltzmann y su firma

El clima de Viena no le sentaba bien, de forma que intenta volver a Graz, y a la vuelta de su viaje de novios, en agosto de 1876, recibe el nombramiento como catedrático de Física de la Universidad de Graz⁶.

En 1877, publica su trabajo cumbre: “*Relación entre el segundo principio fundamental de la teoría mecánica de la termodinámica y el cálculo de probabilidades referido al equilibrio térmico*”. Generalizando su teorema de H⁷, a la expresión $S=k \cdot \log W$, siendo W, la probabilidad o el número de microestados en los se puede realizar un estado macroscópico dado.

Es la época mas feliz de Boltzmann. Se construye una casa en una colina. Al vivir en el campo compra una vaca para tener leche fresca y así alimentar a los 4 hijos, dos varones y dos niñas que tiene entre 1878 y 1884.

Venían a Graz, a estudiar con él, alumnos de todo el mundo, futuros premios Nobel como Nernst y Arrhenius. Entre a 1877 y 1894, publicó 30 trabajos, como a ley de la dependencia cuántica con la temperatura de la radiación del cuerpo negro.

En 1878, toma posesión como decano de la Facultad.

En los primeros días del año 1878 le llegó por sorpresa un telegrama en el que se le llamaba a ocupar la cátedra vacante de Kirchhoff, en Berlín. Sin pensarlo dos veces viajó a Berlín, donde se le ofrecieron condiciones óptimas (que incluían el doble de sueldo) y firmó un documento de aceptación para empezar a final del verano.

En marzo fue nombrado catedrático por el rey Federico y en abril, miembro ordinario de la Academia Prusiana de Ciencias. Debido a las presiones recibidas de su entorno y alegando problemas médicos, escribe una carta de renuncia a la cátedra, que sería cubierta después por Planck⁸.

En 1889, fallece su hijo mayor, a los 11 años, víctima de una apendicitis mal diagnosticada y su hermana Hedwig que vivía con la familia, en la casa de campo⁹. Le proponen para una cátedra en Munich, y decide cambiar de ambiente, tomando posesión en 1890. En 1891, nace su última hija Elsa¹⁰. Comienza ahora su periodo de mayor tranquilidad, que aprovecha para escribir los dos volúmenes de “*Lecciones sobre la teoría de la electricidad y de la luz de Maxwell*” publicados en 1903.

⁶ No le fue nada fácil y gracias a la influencia de su esposa, lo consiguió, labrándose muchas enemistades, entre otros científicos que también aspiraban a la misma catedra.

⁷ Boltzmann lo denominó “teorema mínimo”. Mas tarde, Burbury lo bautizaría como “*Teorema H*” (H de calor)

⁸ Todas estas tensiones minarían mucho mas su salud.

⁹ Boltzmann se inculparía de estos hechos por no vivir en la ciudad.

¹⁰ La llamaba “*su rayo de luz*”.

Regresa a Viena en 1894. En 1895 escribe Lecciones sobre Teoría de los gases. La teoría molecular de los gases recibió multitud de ataques, por parte de Ostwald y muchos científicos famosos de la época¹¹. Todo ello afectó mucho a Boltzmann, que se dedicaría a viajar para olvidarse de ello.



Boltzmann en Viena

En 1899, viaja a Estados Unidos, con Henriette, invitado por la universidad de Clark¹², dando cuatro conferencias.

Durante dicho viaje se produce una vacante en la universidad de Leipzig, siendo invitado a ocuparla. Aceptó el puesto sin pensarlo¹³, aunque allí estaba su enemigo Ostwald. En el verano de 1902, Boltzmann vuelve a Viena, con un buen sueldo, aunque con mucha menor capacidad por sus múltiples dolencias¹⁴, sus clases eran muy restringidas¹⁵. Con un premio de la universidad de Gotinga, compra una casa en Viena.

En 1903 recibe la primera nominación para el Nobel de Física, por parte de Baeyer¹⁶. En la celebración de su 60 cumpleaños en 1904, participaron 117 científicos de todo el mundo. Sin embargo, debido a sus males sería inhabilitado dos años después por el Ministerio para impartir clases. En aquella época solo impartía filosofía.



Sepultura de Boltzmann en Viena.

La expresión $S=k \log W$, fue grabada por iniciativa de Planck

En el verano de 1905, realizó un viaje a Berkeley en California, en el que se entusiasmó por los vinos de California¹⁷, aunque agravaron sus múltiples dolencias llegando a la pérdida total de la visión.

En junio de 1906 marchó de vacaciones al Adriático, con Henriette y sus hijas. En Duino un pueblo cercano de Trieste, al terminar las vacaciones y teniendo que regresar a Viena, en un ataque depresivo se suicidó ahorcándose el 5 de septiembre de 1906. Sus restos fueron llevados a Viena, donde estará su sepultura.

Se conservan 192 publicaciones.

¹¹ Según Ostwald decía que dicha teoría “era como una blancanieves que no despertaría tan pronto del sueño”. Según Lord Kelvin era “basura contraria a la razón y había que tirarla por la borda”.

¹² Estaba en dicha universidad en aquella época Santiago Ramón y Cajal.

¹³ Estaba muy depresivo y en tratamiento psiquiátrico, para controlar sus tendencias suicidas

¹⁴ No podía conciliar el sueño, tenía asma, pólipos nasales, hemorragias y muchos dolores.

¹⁵ Entre sus últimos discípulos estaba Lise Meitner y Ehrenfest. Incluso Schrödinger llegó a asistir a alguna de sus clases. Lise Meitner decía que sus clases eran “las mas hermosas e inspiradores que jamás he oído”

¹⁶ También fue propuesto por Planck en 1905 y 1906.

¹⁷ Incluso consiguió pasar de contrabando varias botellas