

# Vida Científica

## EFEMÉRIDES

### 1911, LA PRIMERA CONFERENCIA SOLVAY

A mediados de junio de 1911 algunos destacados físicos europeos recibieron una carta singular. Bajo el encabezamiento “Invitación a un Consejo científico internacional para elucidar algunas cuestiones de actualidad de las teorías moleculares y cinéticas”, la carta empezaba:

*Muy distinguido señor:*

*Según todas las apariencias nos encontramos en este momento en medio de una nueva evolución de los principios sobre los que se basaba la teoría clásica molecular y cinética de la materia.*

*Por una parte, esta teoría, en su desarrollo razonado, conduce a una fórmula de radiación cuya validez está en desacuerdo con todos los resultados experimentales; por otra parte, de esta misma teoría se derivan tesis relativas al calor específico (leyes del calor específico de los gases poliatómicos frente a variaciones de temperatura, validez de la regla de Dulong y Petit a temperaturas muy bajas) que son igualmente refutadas por numerosas medidas.*

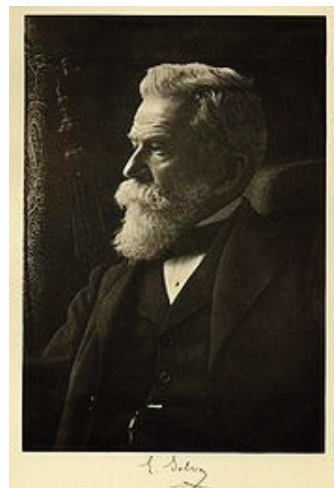
*Tal como han demostrado en particular los señores Planck y Einstein, estas contradicciones desaparecen cuando se imponen ciertos límites al movimiento de los electrones y de los átomos en el caso de oscilaciones alrededor de una posición de reposo (doctrina de los grados de energía); pero esta interpretación se aleja a su vez de forma tan considerable de las ecuaciones de movimiento de puntos materiales utilizadas hasta ahora que su aceptación implicaría necesaria e incuestionablemente una vasta reforma de nuestras teorías fundamentales actuales.*

*El abajo firmante, aunque ajeno a las cuestiones concretas de este tipo, pero animado de un sincero entusiasmo por todos los problemas cuyo estudio amplía nuestro conocimiento de la naturaleza, ha pensado que un intercambio de puntos de vista escrito y*

*verbal entre investigadores que se ocupan más o menos directamente de estas cuestiones, podría, si no llegar a una decisión definitiva, al menos abrir el camino, por una crítica preparatoria, hacia la solución de estos problemas. (...)*

y más adelante afirmaba:

*No siendo un hombre de ciencia especializado, yo no podría tratar los temas aquí indicados; pero habiendo hecho hace tiempo un estudio general de la gravedad con el fin de sacar consecuencias sobre la constitución de la materia y de la energía, me propongo comunicar un resumen en la sesión de apertura del “Consejo”, estimando que eventualmente podría influir en algunos de sus trabajos.*



Ernest Solvay (1838-1922).

El “abajo firmante”, capaz de hacer un diagnóstico tan preciso de los problemas a que se enfrentaba la teoría molecular, y que al mismo tiempo pretendía resolverlos con una teoría de la gravedad, era ERNEST SOLVAY (1838-1922), un industrial químico belga que había hecho una fortuna con la producción de carbonato sódico.

El carbonato sódico es un compuesto químico con aplicaciones en una gran variedad de procesos industria-

les: en la industria del vidrio, la industria textil, la industria papelera, la fabricación de detergentes, la industria metalúrgica, la industria alimentaria... por no hablar de su utilidad (en la forma precursora de bicarbonato) para aliviar la acidez de estómago. Tan importante es que ya en 1783 el rey Luis XVI y la Academia Francesa de Ciencias ofrecieron un premio para quien lo obtuviera a partir de la sal común. (Hasta entonces se obtenía por calcinación de algunas maderas). El premio lo ganó NICOLAS LEBLANC, quien en 1791 obtuvo una patente y construyó una planta financiada por Luis Felipe de Orleans. Pero se avecinaban malos tiempos para la química, como sin duda pensaría ANTOINE LAVOISIER camino de la guillotina, y el hecho de que la planta perteneciera al Duque de Orleans empeoraba las cosas; el gobierno de la Revolución Francesa retiró la patente, los revolucionarios ocuparon la planta en 1794 e hicieron público el método. En 1801 Napoleón le devolvió la planta, pero Leblanc se había arruinado, se le acumularon los problemas y acabó suicidándose en 1806. Puesto que el proceso ya era público, surgieron otras plantas en Francia, aunque sería en Gran Bretaña donde más proliferó durante el siglo XIX.

El proceso Leblanc consistía en calentar cloruro sódico con ácido sulfúrico para obtener sulfato sódico y ácido clorhídrico. Luego el sulfato sódico se combinaba con carbonato cálcico para obtener el carbonato sódico. El inconveniente del proceso es que era altamente contaminante. El clorhídrico liberado agostaba todos los campos próximos a la planta. En el proceso también se producía sulfuro de calcio que acumulado al aire libre liberaba ácido sulfhídrico con su insoportable olor. Y, por supuesto, era peligroso para los trabajadores. Todo ello hizo que se promulgasen leyes cada vez más estrictas sobre el tratamiento y limitación de los residuos.

Fue entonces cuando entró en escena Ernest Solvay. Su padre se dedicaba a refinar sal, de modo que, cómo él mismo decía, "pasó su infancia en una atmósfera de cloruro de sodio". En 1859 empezó a trabajar en una fábrica de su tío y en 1861 obtuvo una patente para la producción de carbonato sódico. El proceso Solvay hacía pasar amoníaco y dióxido de carbono gaseosos sobre una solución saturada de sal común para obtener carbonato ácido de sodio y cloruro de amonio. Del primero se obtenía por calcinación el carbonato sódico. En cuanto al cloruro de amonio, éste se combinaba con hidróxido de calcio y se recuperaba el amoníaco.



*Walther Nernst (1864-1941).*

Solvay construyó plantas en varios países, y en 1900 prácticamente el 90% de la producción de carbonato sódico procedía de sus plantas, de modo que amasó una enorme fortuna.

Los trabajadores de las plantas de Solvay no solo se beneficiaron de la menor peligrosidad del proceso. Se beneficiaron también de las preocupaciones sociales del propio Solvay. Solvay instauró un sistema de pensiones en sus empresas, fue uno de los primeros en implantar una jornada de 8 horas y también vacaciones pagadas. Por estas ideas y actuaciones fue elegido dos veces miembro del senado en Bélgica.

Solvay siempre estuvo en contacto con el mundo de la cultura. Una enfermedad juvenil le había impedido ir a la universidad, pero él estudió química y física por su cuenta. Convencido de que una mejor comprensión de las leyes de la naturaleza y de la sociedad humana redundaría en una mejora de la humanidad, dedicó parte de su fortuna a financiar la investigación y la enseñanza de la ciencia, tarea en que le ayudaría su hermano Alfred. Un proyecto importante, surgido tras un encuentro con PAUL HEGGER, un profesor de fisiología en la Universidad Libre de Bruselas, fue la creación de la Cité Scientifique, que comprendería una serie de institutos de disciplinas diversas. Así, en 1893 fundó un Instituto de Fisiología (más un Instituto de Higiene, Bacteriología y Terapia) y en 1902 una Escuela de Ciencias Políticas y Sociales (a la que se añadiría un año más tarde una Escuela de Comercio).

Con estos antecedentes es evidente que Solvay era la persona ideal para financiar una propuesta de reunir a

algunos de los científicos más brillantes de la época para estudiar un tema de gran interés. Y la propuesta vino de WALTHER NERNST.

Walther Nernst (1864-1941) era un químico-físico alemán, especialmente interesado en el comportamiento de la materia a muy bajas temperaturas. Las propiedades de la materia a bajas temperaturas planteaban dificultades para la mecánica estadística clásica. Entre estas propiedades destacaba el calor específico, es decir, la cantidad de energía que hay que aportar a una cantidad dada de una sustancia para aumentar su temperatura en un grado. Para los gases, la mecánica estadística clásica, basada en el principio de equipartición, predecía un valor constante e independiente de la temperatura, pero esta predicción fallaba a bajas temperaturas. Este fallo fue considerado por WILLIAM THOMSON (el futuro Lord Kelvin) en una famosa conferencia en 1900 como una de las “dos nubes que amenazan la teoría dinámica de la luz y el calor”.

También el calor específico de los sólidos planteaba problemas. A principios del siglo XIX los químicos franceses PIERRE-LOUIS DULONG y ALEXIS-THÉRÈSE PETIT habían propuesto una ley empírica según la cual la capacidad calorífica molar de los sólidos a temperaturas por encima de la temperatura ambiente era aproximadamente 6 calorías/(mol K) e igual para todos los sólidos. Sin embargo, había una clara excepción a esta regla: el calor específico del carbono era mucho menor. Hacia 1870 BOLTZMANN encontró una justificación a la regla basada de nuevo en el principio de equipartición, pero cuando a finales del siglo XIX empezaron a hacerse medidas a muy bajas temperaturas se vio que el calor específico de todos los sólidos disminuía de forma muy notable con la temperatura.

En 1907 EINSTEIN explicó el comportamiento anómalo del carbono. Más aún, Einstein predijo que el calor específico de los sólidos debería tender a cero cuando la temperatura se acercaba al cero absoluto. Esto llamó la atención de Nernst, quien poco antes había propuesto la ley de que en las proximidades del cero absoluto la variación de entropía en un proceso termodinámico debía ser nula. Aunque las dos leyes no eran exactamente equivalentes, había una clara relación entre ellas.

Lo importante es que Einstein había llegado a su resultado utilizando la hipótesis cuántica. La hipótesis, introducida en 1900 por PLANCK para explicar la radiación de cuerpo negro, decía que los intercambios de

energía no admiten valores continuos sino que se producen en cantidades discretas (algo así como si unos contables quisquillosos no admitiesen la calderilla sino que todas las transferencias de dinero debieran hacerse en billetes). Cinco años más tarde Einstein hizo una hipótesis todavía más radical: no es que las transferencias de energía solo pudieran hacerse en cantidades discretas, sino que la propia energía existía solo en cantidades discretas (decididamente no hay calderilla, solo hay billetes). Sin embargo, durante varios años la idea de Planck fue aceptada solamente como un modo de ajustar las observaciones empíricas; y en cuanto a la idea de Einstein, él mismo la había calificado como una “hipótesis heurística”. Pero en su aplicación al calor específico, la hipótesis cuántica explicaba una propiedad de los sólidos y, además, quedaba totalmente liberada del electromagnetismo.

Por todo esto Nernst creyó conveniente reunir a los principales físicos europeos que habían trabajado en temas en los que estuviese implicada la hipótesis cuántica. Para ello se inspiró en un congreso que había convocado unos cincuenta años antes KEKULÉ en Karlsruhe para llegar a un consenso sobre la definición de pesos atómicos y un sistema que permitiera describir fielmente la composición de las moléculas a partir de átomos. Nernst habló con Planck y con Lorentz sobre esta posibilidad, y finalmente se puso en contacto con Solvay para pedirle su colaboración.

Éste es el origen de la carta con la que se inicia este artículo. Evidentemente era Nernst quien inspiró su redacción y quien sugirió la lista de invitados. Estos eran: H. A. LORENTZ y H. KAMERLINGH ONNES de Holanda; M. KNUDSEN de Dinamarca; W. NERNST, M. PLANCK, H. RUBENS, A. SOMMERFELD, W. WIEN y E. WARBURG de Alemania; J. JEANS y E. RUTHERFORD de Gran Bretaña; M. BRILLOUIN, M. CURIE, P. LANGEVIN, J. PERRIN, y H. POINCARÉ de Francia; A. EINSTEIN (que entonces era profesor en Praga) y F. HASENÖHRL, de Austria (o mejor, del Imperio Austro-Húngaro). También fueron invitados, pero no pudieron asistir, A. SCHUSTER, J. LARMOR, J. VAN DER WAALS y Lord RAYLEIGH (aunque este último envió una comunicación escrita). También asistieron M. DE BROGLIE, R. GOLDSCHMIDT y F. LINDEMANN, que actuaron como secretarios del Congreso, y Ed. HERZEN y G. HOSTELET como colaboradores de Solvay.

El Congreso, bajo el título general de “*La teoría de la radiación y los quanta*” y con la presidencia de Lorentz,



*Primera Conferencia Solvay, Hotel Metropole, Bruselas, 29 de octubre-4 de noviembre de 1911.*

se celebró en el Hotel Metropole de Bruselas del 29 de octubre al 4 de noviembre de 1911. En sus contribuciones, Warburg, Rubens y Planck hablaron sobre la radiación del cuerpo negro, tanto desde el punto de vista teórico como experimental. Lorentz, Jeans, Knudsen y Rayleigh (en su comunicación escrita) trataron del principio de equipartición y la teoría cinético-estadística de los calores específicos de los gases. Y puesto que la teoría cinética se basaba en la constitución atómica y molecular de la materia, las comunicaciones incluyeron también una extensa exposición de Perrin sobre las “Pruebas de la realidad molecular”, en la que se exponía la confirmación experimental de los trabajos de Einstein sobre las dimensiones moleculares y el movimiento browniano. Sommerfeld trató de la emisión de los rayos X y rayos  $\gamma$  y del efecto fotoeléctrico; Langevin trató de la teoría cinética del magnetismo y el papel del magnetón; Kammerling-Onnes trató de la resistencia eléctrica de los metales y de la superconductividad recién descubierta. Nernst y Einstein trataron de las aplicaciones de la teoría de los quanta al estudio de las propiedades termodinámicas a bajas temperaturas.

Tras cinco intensos días de discusiones estaba claro que no se había llegado a un modelo definitivo. Algunos participantes seguían dudando de la validez de la hipótesis cuántica e insistían en la necesidad de profundizar en las ideas clásicas. Por ello, el propio Solvay, que seguía empeñado en que su trabajo podía ser decisivo, creyó conveniente repetir la invitación para un nuevo Consejo dos años más tarde. En su alocución de clausura afirmó:

*“Vuestra obra impresa será un documento que los siglos respetarán. .... Pienso que podemos volver a reunirnos en 1913, a lo que me gustaría invitarles; y entonces espero encontrarme en condiciones de defender ante ustedes mi tesis gravito-materialítica en paralelo a sus propias tesis, contando que en este momento mi estudio habrá adquirido el grado de acabamiento querido para este fin.”*

Sin embargo, esta segunda reunión no iba a tener lugar tal como se planteaba en esta despedida. Por consejo de Lorentz, Solvay fundó el Instituto Internacional de Física, cuyos estatutos se aprobaron el 1 de mayo de 1912. El Instituto tenía una dotación inicial de 1 millón de francos y se preveía una duración de 30 años. Sus fines principales eran la financiación de proyectos de investigación internacionales y la concesión de becas a científicos belgas, pero el Instituto se encargaría también de la organización periódica (cada tres años) de los Conseils de Physique. Para ello se nombraba un Consejo Académico que decidiría los temas a tratar y los invitados para hacerlo, que en principio no deberían sobrepasar el número de veinticinco (aunque esta última condición se relajó posteriormente). El Consejo Académico se reunió el 30 de septiembre de 1912 para preparar el Congreso de 1913, a celebrar del 27 al 31 de octubre con el título general de “*La estructura de la materia*”. Los invitados serían prácticamente los mismos que en 1911, con algunos añadidos como W. BRAGG, J.J. THOMSON o MAX VON LAUE. Quizá la nueva estructura organizativa más

formal restó cierta agilidad. En efecto, podría haber sido un buen momento para exponer los modelos atómicos más recientes. RUTHERFORD, que había presentado su modelo planetario del átomo en 1911 estaba presente en el Congreso. BOHR había presentado su modelo en 1912, aunque no pudo asistir al Congreso por enfermedad. Por ello resulta algo extraño que no se mencionaran para nada estos modelos y fuera J.J. Thomson quien expuso su modelo atómico que pronto iba a quedar definitivamente descartado. (Tan solo en una discusión posterior Rutherford hizo mención de los trabajos de GEIGER y MARSDEN que mostraban que el tamaño del núcleo debía ser muy pequeño comparado con el tamaño del átomo). Sin embargo, sí se presentaron, por parte de von Laue, los resultados de la difracción de rayos X en cristales que se había descubierto el año anterior.

La Primera Guerra Mundial interrumpió la celebración de los Congresos de modo que el tratamiento de los nuevos modelos atómicos debería esperar hasta el tercer Congreso Solvay que se celebró en 1921 con el título “*Átomos y electrones*”. Sin embargo, la guerra había dejado heridas abiertas en el mundo científico. En octubre de 1914, 93 intelectuales alemanes, entre ellos un buen número de científicos (Planck y Nernst incluidos) hicieron público un manifiesto en el que se eximía a Alemania de cualquier responsabilidad en el desencadenamiento de la guerra. También rechazaban las acusaciones sobre el comportamiento brutal de las fuerzas alemanas que habían invadido Bélgica en agosto. Todo ello provocó una abierta hostilidad, especialmente en Bélgica, y por ello no fue invitado a la tercera conferencia ningún científico alemán o austriaco. Por el contrario, por primera vez participaron en la conferencia científicos norteamericanos como A.A. MICHELSON y R. MILLIKAN.

Tampoco fueron invitados científicos alemanes al cuarto Congreso que se celebró en 1924 con el título “*La conductividad eléctrica de los metales y problemas relacionados*”. Esta vez la situación se había complicado por la ocupación franco-belga del Ruhr en 1923, una consecuencia de las reparaciones impuestas a Alemania tras la guerra. Einstein, que aunque trabajaba en Berlín era ciudadano suizo, y que no había firmado el manifiesto de los 93, fue invitado pero se negó a acudir por la marginación a que habían sido sometidos los científicos alemanes. Lo mismo hizo Bohr.

Sin duda el Congreso Solvay más importante fue el Quinto que tuvo lugar del 24 al 29 de octubre de 1927. Sin embargo, pocos podían anticipar su trascendencia en

la reunión preparatoria del Consejo Académico que tuvo lugar el 1 de abril de 1926. El Consejo decidió “hacer las paces” con los científicos alemanes e invitar a algunos de ellos, con la esperanza de que aceptasen participar. (No obstante, se decidió retrasar la publicación de la lista de invitados por miedo a las reacciones de la opinión pública.) Por sugerencia de EHRENFEST el tema previsto era el conflicto entre la teoría clásica y la teoría de los cuantos que aún continuaba 15 años después del primer Congreso Solvay y 25 años después del trabajo inicial de Planck. Durante estos años la llamada antigua teoría de los cuanta había consistido en modificar las teorías clásicas mediante hipótesis *ad hoc*, de modo que en un cierto límite se recuperaran las ecuaciones clásicas (principio de correspondencia). Solo en 1925 se había planteado una clara ruptura con la mecánica clásica por medio de la mecánica de matrices de HEISENBERG, BORN y JORDAN, y en el programa tentativo del Congreso se incluía una breve exposición de dicha teoría. Pero el resto del programa se dedicaba fundamentalmente a la teoría de la radiación y, de hecho, se contemplaba una exposición de la teoría de Bohr, KRAMERS y SLATER, un último y desesperado intento por negar la cuantificación de la energía radiante, hoy felizmente relegado al baúl de los recuerdos. No obstante, en el curso de un año las cosas cambiaron drásticamente. Durante la primera mitad de 1926 SCHRÖDINGER desarrolló la mecánica ondulatoria y demostró que era equivalente a la mecánica de matrices; más adelante Born propuso la interpretación probabilista de la función de onda. En 1927 DIRAC desarrolló la teoría de la transformación, y finalmente Heisenberg propuso el principio de incertidumbre. Además, a mediados de septiembre de 1927 se celebró en Como (Italia) un congreso internacional para conmemorar el centenario de la muerte de Volta, y en él se presentaron algunos de estos trabajos. Por todo ello, el programa inicial del Congreso Solvay y algunos de los invitados previstos cambiaron radicalmente. El Quinto Congreso Solvay, con el título de “*Electrones y fotones*”, fue así algo parecido a la presentación oficial de la mecánica cuántica. Allí se expusieron tanto la teoría de la onda piloto de DE BROGLIE como la mecánica de matrices de Born-Heisenberg y la mecánica ondulatoria de Schrödinger.

Podría parecer, ingenuamente, que todos los participantes salieron del congreso con la idea de que finalmente se había encontrado la teoría definitiva. Sin embargo, no era esa la opinión general. Langevin afirmó que en dicho congreso “la confusión de ideas alcanzó su



Quinta Conferencia Solvay, 24-29 de octubre de 1927.

máximo nivel”, y Ehrenfest resumió la situación pintando una Torre de Babel en la pizarra.

El Sexto Congreso Solvay tuvo lugar en 1930 dedicado al tema de “*El magnetismo*”. Lorentz había muerto en 1928 y como sustituto en la presidencia del Consejo Académico del Instituto y de los Congresos Solvay se eligió a P. Langevin. Asimismo, se eligió al físico español BLAS CABRERA como sustituto de W. BRAGG, que había renunciado. Además de las exposiciones formales, este congreso es recordado por las discusiones entre Bohr y Einstein acerca de la naturaleza de la mecánica cuántica.

El Séptimo Congreso Solvay se celebró en 1933, con el título de “*Estructura y propiedades de los núcleos atómicos*”. En 1932 se había descubierto el neutrón y con ello se abría el camino a la física nuclear. Sin embargo, también se anunciaban malos tiempos. En enero de 1933 Hitler había alcanzado el poder y la situación de algunos físicos centroeuropeos empezó a hacerse insoportable. El propio Einstein emigró a los Estados Unidos coincidiendo con la celebración de la Conferencia.

La situación política y la enfermedad de Langevin impidieron la celebración del Octavo Congreso previsto para 1936. Finalmente, el estallido de la guerra puso fin a los Congresos Solvay tal como se habían previsto en los estatutos del Instituto.

Tras la guerra se refundó el Instituto de Física y los Congresos Solvay se reinstauraron a partir de 1948, aunque buena parte de la investigación en física se hacía ahora al otro lado del Atlántico y los congresos ya no

tenían el mismo carácter que antes. (Si queremos buscar una reunión con el “sabor” de los primeros Congresos Solvay habría que acudir a la Conferencia de Shelter Island de 1947, donde se pusieron las bases de la moderna electrodinámica cuántica.)

Solvay había fundado también un Instituto de Química en 1913, aunque no se celebró ningún Congreso Solvay de Química hasta 1922. En 1970 se unieron los Institutos Solvay de Física y de Química y se nombró a ILYA PRIGOGINE como director del nuevo instituto unificado. Actualmente el Instituto funciona como una fundación sin ánimo de lucro, con un Consejo Directivo en el que figuran miembros de la Université Libre de Bruselas, la Vrije Universiteit y la familia Solvay. Los Congresos Solvay de Física se celebran alternándose con los Congresos de Química, aunque con años intercalados en los que no se celebran congresos. Este año 2011 se va a celebrar un congreso conmemorativo de aquél primer congreso fundacional. Como actividad excepcional está prevista una representación de la obra teatral “Copenhague” de Michael Frayn (ver “El género cuántico en literatura” en 100cias@uned, nº 4) interpretada por ALAN HEEGER (Premio Nobel de Química en 2000) y DAVID GROSS (Premio Nobel de Física en 2004) en los papeles de Bohr y Heisenberg, respectivamente.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Solvay\\_Conference](http://en.wikipedia.org/wiki/Solvay_Conference)

J. Javier García Sanz  
Dpto. de Física Fundamental