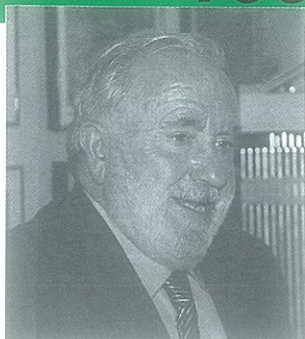




Miguel BARRACHINA GÓMEZ es Licenciado en Química por la Universidad de Valencia, doctorándose en la Universidad Complutense con la calificación de Premio Extraordinario. En la Junta de Energía Nuclear prestó sus servicios hasta 1989, ocupando cargos de Jefe de la División de Isótopos, y de Científico Senior en la Dirección Científica hasta 1987, pasando a continuación al Consejo de Seguridad Nuclear. Ha sido profesor de Materiales de Construcción y Química de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la UPM; del Instituto de Estudios Nucleares de la Universidad Autónoma-CIEMAT. También ha sido Profesor Visitante y Experto del Organismo Internacional de Energía Atómica en Argentina, Perú, Colombia y Chile. Autor de un centenar de trabajos científicos, publicados en revistas nacionales e internacionales, y de una monografía de divulgación (1990), coautor también de varios libros, así como de un ensayo que mereció el Premio Conde de Cartagena de la Real Academia Española. Es Diplomado de las Comunidades Europeas por la Escuela Diplomática (Madrid 1987).



Rafael CARO es Doctor en Física por la Universidad Complutense y Diplomado en Ingeniería Nuclear por la JEN; fue investigador en la JEN con el puesto de Jefe de la División de Reactores Nucleares. Enviado por la JEN trabajó en Commissariat à l'Energie Atomique (1958-59); también colaboró con Winfrith, UKAEA, (1962-63), y en Westinghouse Atomic Power Department, Pittsburgh, USA en el proyecto de la C.N. Zorita, (1967-68). En 1987 fue nombrado consejero del CSN, renovándose en el cargo en 1993. Fue representante de la Sociedad Nuclear Española en la European Nuclear Society desde 1981 hasta 1985, y a continuación fue elegido presidente de esta organización. Al terminarse su mandato en 1987, fue elegido presidente de ENC-90, Conferencia Nuclear Europea, 1990, de ENS+Foratom, que se celebró en Lyon. Desde 1992 a 1994 fue elegido en Chicago presidente de la International Nuclear Energy Academy. Fue director del Comité de Redacción de la Revista Energía Nuclear durante cinco años. Es autor o coautor de varios libros y de un centenar de artículos en revistas nacionales y extranjeras, y miembro del cuerpo de expertos de OIEA. Ha sido catedrático interino de Tecnología Nuclear en la ETSII de Madrid, y profesor de Física de Reactores en el IEN de la JEN durante varios años.

DESCUBRIMIENTO DE LA RADIATIVIDAD: UN RELATO ESPAÑOL DE 1910

M. BARRACHINA - R. CARO

LOS CONOCIMIENTOS ATÓMICOS DE PRINCIPIOS DE SIGLO

En enero de 1908, D. José Muñoz del Castillo, Catedrático de Mecánica Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid, *profesor* "un "Curso Breve de Radiactividad" en la Facultad de Medicina de esta Universidad, a buen seguro que para satisfacer el entusiasmo académico que se sentía por las propiedades curativas de las radiaciones emitidas por las sustancias radiactivas.

Resúmenes y notas de las diez lecciones de que constaba este Curso fueron apareciendo en años sucesivos en el *Boletín del Laboratorio de Radiactividad* de la Facultad de Ciencias de Madrid, que inició su andadura en 1909 (figura I), que puede ser considerado como la primera publicación sistemática española en materia radiactiva. En lo que sigue recuperaremos algunos fragmentos del resumen de la lección primera (Vol. II, Año de 1910) y, en especial, de su *nota undécima* (páginas 37-40), para recrear el ámbito de conocimientos en el que se produjo -lo que probablemente sea- la primera descripción científica del descubrimiento de la *Radiactividad del Uranio* ("), que debió quedar rápidamente eclipsada por la aparición de nuevos y rutilantes radielementos, como el efímero *polonio*, el prodigioso *radio*, el luminoso *actinio*, la misteriosa *emanación*, etc.

La primera lección trataba -como no podía ser de otro modo- de la teoría atómica de Dalton (1808), la cual, apoyándose en las leyes ponderantes

de combinación de los elementos, daba sentido empírico al concepto filosófico de átomo "indivisible", o sea sin partes, y por ende macizo o de una pieza"; concepto que tuvo que ir modificándose a lo largo del siglo XIX, a medida que se descubrió -Fraunhofer, Kirchoff, Bunsen, Angström, Rydberg, Balmer- que "cada cuerpo simple posee un espectro propio, caracterizado por cierto número de rayas", lo que denotaba que el átomo debía ser "un conglomerado de partecillas más pequeñas, existiendo en el mismo, más o menos estática o cinéticamente".

A continuación -precisa Muñoz del Castillo- que "procedente del campo de la Física ha surgido una hipótesis sobre la constitución de los átomos, cuyos rápidos progresos en el terreno de la teoría y en el del Laboratorio determinan actualmente un poderoso movimiento de atracción hacia la misma entre los físicos y los químicos: es la *teoría electrónica*". Fundase ésta en "los rayos catódicos, tan brillantemente puestos de manifiesto por William Crookes, y los rayos canales, descubiertos por Goldstein". Y, añade, que de los valores medidos por Rutherford de la carga específica (e/m) de las partículas catódicas y del ion hidrógeno "surge como inducción racional la existencia de una mínima cantidad de electricidad, o especie de átomo eléctrico, *independiente de la materia*, pero que

(*) Los cursivados son actuales, para destacar términos clave o simplemente, curiosos.

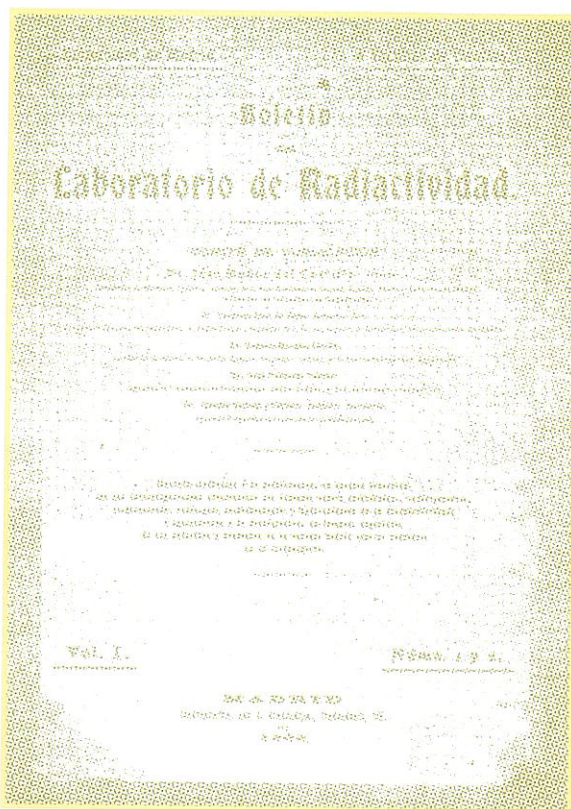
(**) Tanto Radiactividad como los nombres de los elementos químicos -Uranio, por ejemplo- se escribían en el Boletín con mayúsculas.

puede adherirse a partículas materiales, constituyendo ya iones, ya los corpúsculos catódicos, aunque semejante unión no resulte necesaria para su existencia; tal es el *electrón*, o átomo de electricidad negativa desmaterializado". Aquí, el Sr. Muñoz del Castillo se pasa un pelín y desmaterializa completamente el electrón, haciéndolo pura carga incorpórea, que puede unirse a "partecillas" de materia^(*). De ello se reafirma, cuando asevera que "los corpúsculos positivos componentes de los rayos canales son cosa parecida a los catódicos, pero poseyendo una carga eléctrica positiva también unidad".

"De modo que" -continúa- "como la existencia de todo ello en las ampollas vacías es producto de una desintegración del gas enrarecido, puede desde luego, y de primera intención, pensarse que los átomos están formados por *electrones negativos*, *electrones positivos* y *materia ponderable*". Resulta curioso observar que la desmaterialización del electrón conduce, lógicamente, a la presunción de un electrón positivo también inmaterial, que no es sino un anticipo del electrón positivo como antipartícula, previsto por Dirac (1928) en su famosa e increíble teoría de los *agujeros electrónicos*, que sólo adquirió visos de realidad cuando Anderson (1933) observó en la cámara de niebla, las trazas de los positrones resultantes del proceso de creación de pares por la radiación cósmica.

En relación con el modelo atómico de Thomson, afirma que este autor "no ha logrado establecer fórmulas correspondientes al equilibrio de varios electrones negativos en un volumen pero sí en un plano, o como quien dice, en una sección del átomo; habiendo puesto en claro que los electrones se disponen en anillos concéntricos y que el plano debe estar electrizado positivamente para que el equilibrio sea posible; condiciones éstas que se satisfacen imaginando en el centro del átomo los *corpúsculos canales*, formando un *núcleo* rodeado de capas concéntricas de electrones negativos en movimiento". Como puede apreciarse, la intelección física del átomo está demandando el descubrimiento empírico del núcleo, cosa que haría de forma absolutamente genial Rutherford en 1911 mediante el estudio de la reflexión de las partículas alfa en panes de oro finísimos.

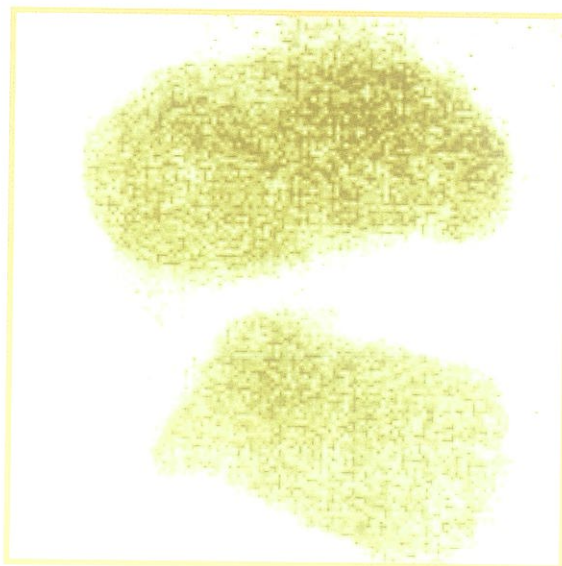
Tal era, abreviadamente expuesta, la *concepción electrónica del átomo* que se tenía en la Universidad de Madrid hacia 1910. Con ello, la interpretación de la Radiactividad, al no estar consolidada la distinción núcleo corteza, sólo tenía como referente al átomo como un todo, y no se sabía muy bien cómo



F I - Reproducción de la portada del primer volumen (1909) del "Boletín del Laboratorio de Radiactividad".

explicar de dónde procedían las partículas alfa observadas. Así, dice, "la desintegración atómica... origina como producto de tal descomposición, antes inimaginable, unos corpúsculos llamados partículas α , que son verdaderos iones con masa material y carga eléctrica positiva y otros elementos atomiformes que son electrones negativos"... "pues si el átomo electrónico se compone de iones positivos y de unidades de electricidad negativa, ¿en qué otra cosa distinta podría descomponerse?" El razonamiento era

F II - Figura publicada en la página 40 del volumen II del Boletín del Laboratorio de Radiactividad.



casi perfecto a fuer de elemental, pero el estado de la cuestión se iba complicando cada vez más, pues hacia 1910 se conocían ya una treintena de especies radiactivas distintas, que iban recibiendo nombres propios como si de radielementos con propiedades químicas diferentes se tratara; pero, realmente, no era así, pues el *ionio* tenía las mismas propiedades que el *torio*, y el *mesotorio* las mismas que el *radio*, etc. La conclusión es que, en 1910, faltaban por descubrir demasiadas piezas esenciales para poder proporcionar una correcta interpretación de la Radiactividad; faltaba el concepto de *isotopía* (Soddy, 1913); faltaba por confirmar que el *protón* era un constituyente real del núcleo (Rutherford, 1919); y, sobre todo, faltaba por encontrar el elusivo *neutrón*, que tardaría todavía una veintena de años en ser capturado mentalmente por Chadwick (1932).

EL RELATO DEL DESCUBRIMIENTO DE LA RADIATIVIDAD

Tras esta rápida incursión por los vericuetos del conocimiento atómico de principios de siglo, veamos cómo nos relata el Dr. Hernández Lozano, colaborador del Boletín, el "descubrimiento del fenómeno radiactivo" en la nota undécima a la Lección Primera (Vol. II, páginas 37-40, 1910).

"Poco después del descubrimiento de los rayos X por Roentgen, se fijó Henri Becquerel en el hecho de que estos tenían como punto de partida la región de la pared del tubo hecho fluorescente por los rayos catódicos, y se preguntó si habría que buscar en la fluorescencia la causa, en parte, de esta emisión".

"Desde entonces buscó él, para demostrar su supuesto, la obtención de una radiación análoga a los rayos X, que estuviese libre de todo origen eléctrico; esto es, una radiación que se obtuviese como fenómeno unido a la fluorescencia. Al comienzo de las investigaciones, dudaba en la elección de las sustancias fluorescentes destinadas a

(*) El electrón había sido descubierto en 1897 por J.J. Thomson, quien demostró que era un constituyente universal de la materia y que su masa no llegaba a ser una milésima parte de la de los átomos, aunque éstos tuvieran varios de estos "corpúsculos", como él los llamaba; curiosamente estos "corpúsculos" habían sido bautizados con el nombre de "electrones" por Stoney en 1891, mucho antes de nacer, que es el que ha permanecido hasta nuestros días.

(**) Es curioso, pero en el mencionado Boletín, durante sus primeros años, se empleaba siempre la palabra *ionizar*, en vez de *ionizar*, que decíamos ahora.

ser empleadas en los experimentos, pero esta incertidumbre no duró mucho tiempo. Entre los cuerpos fluorescentes, eligió Henri Becquerel las sales de Uranio, cuyo espectro de emisión muy intenso, que había sido estudiado anteriormente por Edmond Becquerel (su padre) y después por él mismo, está formada por rayas o grupos de rayas repartidas según una ley determinada, lo que indica una construcción notable de los sistemas vibratorios"... Se está pensando, por lo tanto, en términos de vibraciones moleculares.

"Henri Becquerel, trató primero de evidenciar la acción sobre las placas fotográficas. En una cajita de dos milímetros de espesor, de Aluminio y opaca para la luz, colocó una placa sensible con la parte atacable hacia arriba; la cerró, y puso sobre ella unas hojitas cristalizadas de sulfato de Uranio y Potasio, que es una sal doble muy fuertemente fluorescente e inalterable en el aire. Después de haber expuesto todo a la luz solar durante un día, para mantener constante la fluorescencia, sacó la placa y halló una acción muy débil alrededor de las hojitas. Repitiendo el experimento, se obtuvo siempre el mismo resultado. Sin embargo, cuando un día estaba todo preparado, no apareció el sol, necesario para el éxito del experimento, y entonces colocó Henri Becquerel su cajita preparada en un armario de la

habitación, y esperó algunos días un tiempo más favorable. Cuando después emprendió de nuevo sus investigaciones utilizando el buen tiempo, colocó una nueva placa en la caja de Aluminio, y *desenvolvió* la que había sacado".

"Con asombro grande vio que mostraba una acción muy fuerte. El fenómeno se verificó, por lo tanto, en el armario, fuera de la acción del sol. La figura II es una reproducción de esta impresión, en ella se ve la forma de las hojitas de sulfato de Uranio y Potasio.

En seguida comprendió Henri Becquerel que había descubierto un fenómeno nuevo. Empezó nuevos ensayos bajo condiciones análogas, esto es, sin activador exterior eficaz, empleando todas las combinaciones posibles del Uranio, y este mismo al estado metálico. Los resultados fueron los mismos. Las impresiones obtenidas parecen ser siempre proporcionales al tiempo de la exposición y no parecen depender nunca de circunstancias exteriores. Las sales daban una impresión tanto más notable cuanto más fuerte era su contenido en Uranio, en cualquier forma química, y el Uranio metálico producía una acción más fuerte que sus sales. Con esto se había descubierto el nuevo hecho de producir el Uranio, en cualquier forma química, una reacción espontánea, esto es, sin aporte de energía, y próximamente análoga a los rayos X. Por la

expresión espontáneamente entendemos nosotros el hecho de que, por la sola función de una propiedad de los átomos de un elemento, puede éste despedir una energía radiante o de otra naturaleza; cuyo hecho es el carácter fundamental del descubrimiento de Henri Becquerel. En realidad, esta espontaneidad de la propiedad nueva, de ciertos elementos, es característica, para lo que después se ha llamado Radiactividad. Inmediatamente después de este descubrimiento, indicó Henri Becquerel que los rayos del Uranio tienen la propiedad de *ionizar* ("los gases") ... "propiedad que todavía sirve como medio de caracterizar y medir los rayos de los cuerpos radiactivos, y que facilitó la investigación de todos los elementos nuevos" que la poseían.

"Sabiendo lo fructífero del camino abierto a la ciencia por Henri Becquerel, se puede preguntar *el tiempo que hubieran descansado en la nada los maravillosos resultados* a que ha conducido, sin el descubrimiento cuyo desarrollo histórico acabamos de exponer"

En el Año I (1909) del mencionado "Boletín venía la noticia del fallecimiento de Henri Becquerel, (Fig III) que tuvo lugar el 25 de Agosto de 1908, a los 55 años de edad, tras haber compartido el premio Nobel de Física de 1903 con sus dilectos discípulos y amigos, Pièrre y Marie Curie.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS

Los artículos que se publiquen en la REVISTA DE LA SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA se atenderán a las siguientes normas:

1. Serán originales y no habrán sido publicados en otras revistas. Podrán ser transcripciones de ponencias presentadas en conferencias, pero en tal caso deberán adaptarse al formato de un artículo (por ejemplo, se omitirán expresiones como "señoras y señores", alusiones a diapositivas, a la conferencia que se presenta, etc.).
2. Deberán atenerse a las normas técnicas indicadas seguidamente, en cuanto a extensión, tamaño de los originales, gráficos, fotografías, etc.
3. La responsabilidad de la admisión de los artículos y su inclusión en un número de la Revista corresponde a la Comisión de Publicaciones de la SNE.
4. La Comisión de Publicaciones se reserva el derecho a sugerir a los autores la conveniencia de efectuar cambios, ampliaciones o reducciones del texto por motivos razonables. No se efectuarán

cambios sin el consentimiento de los autores pero, en caso de discrepancia grave, la Comisión podrá retirar el artículo.

5. No se devolverán los originales ni se mantendrá correspondencia respecto a los mismos.

6. Los autores se responsabilizan de los artículos por ellos publicados.

7. Se podrá solicitar la publicación de cartas abiertas en las que se expresen puntos de vista sobre temas nucleares. Asimismo, se admitirán réplicas de las mismas características, pero la Comisión de Publicaciones se reserva el derecho de interrumpir la polémica cuando, a su juicio, se exceda el nivel razonable de discrepancia.

8. Cuando se hagan constar fechas-límite para la presentación de artículos, éstas se respetarán escrupulosamente, sin excepciones.

9. Con el fin de que los artículos publicados en la Revista sean incluidos en las bases de datos del INIS (International Nuclear Information System) del OIEA, y del Colegio de Ingenieros de

Caminos, Canales y Puertos, los mismos deben ir acompañados de los siguientes datos, en hoja aparte:

- Título (castellano e inglés)
 - Autor/es
 - Sumario (castellano e inglés)
- con un extensión entre 80 y 100 palabras
- Palabras clave (castellano e inglés)

Normas Técnicas

1. En la presentación figurarán nombre y apellidos del o los autores, con una breve reseña profesional de cada uno (sesenta palabras aproximadamente) y una fotografía reciente.
2. La extensión variará entre ocho y doce páginas, tamaño DIN A4, a doble espacio. Deberá entregarse una copia en papel y soporte informático del texto, indicando nombre y versión del programa, así como el nombre del archivo.
3. Los gráficos deberán ser originales. De la misma manera, las fotografías contarán con calidad para su reproducción.
4. Las unidades serán del Sistema Internacional (SI), respetándose la tipografía recomendada por el mismo