

Las radiaciones ionizantes en los Anales de la Sociedad Científica Argentina (1895-1910)

Jorge Cornejo¹ y Alejandro Puceiro²

Recibido: 25 de julio de 2020

Aceptado: 21 de septiembre de 2020

Resumen. Las radiaciones capaces de arrancar electrones de los átomos y transformarlos en iones positivos se conocen como “radiaciones ionizantes”, término que incluye tanto a las radiaciones nucleares como a los rayos X. Su estudio ha sido realizado por los físicos debido a su interés intrínseco, y ha resultado de gran valor en aplicaciones a campos tales como la biología y la medicina, habiendo también dado lugar a problemáticas vinculadas con los efectos secundarios de su empleo sobre seres humanos. La investigación científica sobre las radiaciones ionizantes comenzó el 8 de noviembre de 1895, cuando Roentgen descubrió los rayos X, y continuó con los hallazgos de Becquerel, Marie y Pierre Curie acerca de las sustancias radiactivas. En el presente trabajo analizaremos la recepción de las radiaciones ionizantes en nuestro país, utilizando para ello una invaluable fuente de documentación histórica: los Anales de la Sociedad Científica Argentina (S.C.A.). Concluimos que: a) destaca la rapidez en la recepción de los avances científicos que se realizaban en Europa, lo que resalta el rol cultural desempeñado por los Anales. b) se advierte en los artículos estudiados la búsqueda de una visión global del Universo, en la que evolución y materia desempeñaban los roles fundamentales.

Palabras clave: radiaciones ionizantes – Anales de la Sociedad Científica Argentina – cosmovisión – historia de la ciencia.

Title: The ionizing radiations in the Anales de la Sociedad Científica Argentina (1895-1910)

Abstract. Radiations capable of removing electrons from atoms and transforming them into positive ions are known as "ionizing radiations", term that includes both nuclear radiation and X-rays. Physicists due to their intrinsic interest have carried out their study, and it has been of great value in applications in fields such as biology and medicine, having also given rise to problems related to the side effects of its use on human beings. Scientific research into ionizing radiation began on November 8, 1895, when Roentgen discovered X-rays, and continued with Becquerel, Marie, and Pierre Curie's findings about radioactive substances. In this paper, we will analyze the reception of ionizing radiation in our country, using for this an invaluable source of historical documentation: the Anales de la Sociedad Científica Argentina (S.C.A.). We conclude that: a) highlights the speed in receiving scientific advances that were made in Europe, which highlights the cultural role

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

✉ mognitor1@yahoo.com.ar

² Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

✉ puceiroale@gmail.com

Cornejo, Jorge y Puceiro, Alejandro (2020). Las radiaciones ionizantes en los Anales de la Sociedad Científica Argentina (1895-1910). *Epistemología e Historia de la Ciencia*, 5(1), 26-40. ISSN: 2525-1198

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/afjor/index>



played by the Annals. b) the articles studied show the search for a global vision of the Universe, in which evolution of the matter played the fundamental rol.

Keywords: ionizing radiations – Anales de la Sociedad Científica Argentina – Cosmovision – history of science.

1. Introducción: las radiaciones ionizantes

Desde un punto de vista eléctrico, los átomos son sistemas neutros, es decir, sistemas cuya carga eléctrica total es igual a cero. Cuando un átomo pierde o gana electrones, adquiere carga eléctrica, positiva en el primer caso y negativa en el segundo, y se dice que el átomo se encuentra *ionizado*. Las radiaciones capaces de arrancar electrones de los átomos y transformarlos en iones positivos se conocen como “radiaciones ionizantes”. La desintegración radiactiva de los núcleos, por ejemplo, produce varios tipos de radiaciones ionizantes con energías que pueden ser elevadas. Cuando esta radiación atraviesa la materia, deja un rastro de átomos ionizados a lo largo de su camino. Incluso una cantidad pequeña de ionización puede afectar seriamente un sistema delicado, como una célula viva o un transistor.

El término “radiación ionizante” incluye tanto a las radiaciones originadas en el núcleo atómico (“radiaciones nucleares”) como a los rayos X, que se originan en la nube electrónica. Dentro de las radiaciones nucleares algunas están conformadas por partículas que transportan masa y energía, y otras por radiaciones electromagnéticas de alta frecuencia, que solo transportan energía. Esto último también caracteriza a los rayos X. Las radiaciones electromagnéticas de menor frecuencia, tales como la luz visible y las microondas, no provocan habitualmente ionización apreciable (Kane y Sternheim, 1998; Remizov, 1991).

La radiación es un ejemplo excelente de un área de la ciencia que ha sido intensamente estudiada por los físicos debido a su interés intrínseco, y que ha resultado de gran valor en aplicaciones a muchos otros campos, incluyendo la biología y la medicina. La radiación ionizante también ilustra con claridad poco usual cómo un avance científico puede, a pesar de sus grandes beneficios, causar también grandes daños. Por ejemplo, las radiografías con rayos X son a menudo esenciales en el diagnóstico de enfermedades, pero una exposición repetida a los rayos aumenta ligeramente la posibilidad de desarrollar cáncer (Bushong, 2007).

Se trata de un área del conocimiento que demuestra una vez más la no-neutralidad de la ciencia, y que en tal sentido presenta amplias consecuencias de tipo ético en general, y bioético en particular. Por consiguiente, todos aquellos que trabajan con dicha radiación, especialmente en el ámbito de la salud, tienen la obligación de entender la física y la biología de las radiaciones y de utilizarlas prudente y cuidadosamente.

Hay cuatro categorías de radiaciones nucleares que son de interés. Ordenando las mismas según su poder de penetración en la materia, de menor a mayor, tenemos:

1. Iones positivos, tales como las partículas α (núcleos de helio).
2. Electrones y positrones.
3. Rayos gamma.
4. Neutrones.

Las fuentes que originan este tipo de radiaciones pueden ser naturales o artificiales. Entre las fuentes naturales podemos mencionar los rayos cósmicos, la radiactividad natural de rocas y alimentos y el gas radón, entre otras. Las fuentes artificiales corresponden a aquellas empleadas en usos médicos, militares e industriales.

Históricamente, la investigación científica de las radiaciones ionizantes comenzó el 8 de noviembre de 1895, cuando Wilhelm C. Roentgen descubrió los rayos X. En 1896, Henri Becquerel descubrió que ciertas sales de uranio emiten radiaciones espontáneamente, hallando así el fenómeno que posteriormente sería denominado radiactividad. Fenómeno que sería ampliamente estudiado por Marie y Pierre Curie, quienes encontraron otras sustancias radiactivas: el torio, el polonio y el radio (Sánchez Ron, 2008).

Agreguemos que el descubrimiento y estudio de las radiaciones ionizantes se enmarca en el gran cambio conceptual y epistemológico que tuvo lugar en la física de finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, indisolublemente enlazado con los primeros pasos de la mecánica cuántica.

Ahora bien, ¿qué ocurrió en la Argentina? ¿Cómo se reflejaron en nuestro país estos descubrimientos? En el presente trabajo nos proponemos buscar respuestas a estas preguntas, utilizando para ello una invaluable fuente de documentación histórica: los Anales de la Sociedad Científica Argentina.

2. Los Anales de la Sociedad Científica Argentina

Una de las acciones más destacadas de la Sociedad Científica Argentina (S.C.A.) es la publicación ininterrumpida de *“Los Anales de la Sociedad Científica Argentina”*. Comenzaron a publicarse en 1876, como continuación de los Anales Científicos Argentinos, impresos durante cinco meses consecutivos en 1874. Su objetivo declarado era y sigue siendo despertar el interés en la ciencia y la técnica y atraer al público en general hacia el estudio de estas disciplinas.

Según Cornejo, Barrero, Roble, Roux, Suárez Anzorena Rosasco, y Condorí, (2016):

Especialmente, los primeros ejemplares de los Anales constituyen una fuente inestimable para comprender el desarrollo de la ciencia y la tecnología en la Argentina. En ellos encontramos discusiones sobre la naturaleza y el rol social de la ciencia y de la tecnología, aplicaciones industriales del conocimiento científico, acalorados debates sobre los últimos descubrimientos y presentaciones de conceptos y teorías hoy largamente superados, pero que presentan un indudable valor histórico. En todos los casos, ya se trate de discursos, debates o críticas, el denominador común es transformar la ciencia y la tecnología en instrumentos útiles tanto para el desarrollo del Estado-Nación como para la conformación del ciudadano “moderno” y la consolidación de la identidad nacional (p. 7).

En esta oportunidad, como dijimos, vamos a considerar la forma en que las radiaciones ionizantes fueron consideradas en los primeros números de los Anales. A continuación listamos y comentamos, en orden correlativo, los artículos que sobre el

tema fueron publicados en los Anales entre 1886 y 1910,³ es decir, en el período que comprende el inicio de las investigaciones y descubrimientos sobre radiaciones ionizantes. En todas las citas se ha respetado la grafía original. Los “artículos” son trabajos sobre el tema específico indicado en su título. Cuando indicamos “dentro de la miscelánea” nos referimos a notas breves que eran publicadas dentro de un conjunto de notas sobre temas científicos diversos. “Dentro de la bibliografía” refiere a comentarios de libros realizados en los Anales.

1. Dentro de la “miscelánea”. Título: Los rayos X o de Roentgen. Subtítulo: Fotografía de lo invisible. No figura el autor. Abril 1896, Tomo XLI, Entrega IV, p. 252-255.

Llama en estos momentos la atención del mundo científico, un importante descubrimiento de curiosas y nuevas propiedades de la radiación, que acaba de publicar el profesor Roentgen, de la Universidad de Würzbourg.

Después de esta introducción, el artículo se manifiesta muy optimista respecto de las aplicaciones médicas de los rayos X, y reproduce varios párrafos de una entrevista dada por Roentgen a un diario de París. Se mencionan las experiencias realizadas en marzo de 1896 en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires, que culminaron en la conocida radiografía de un pejerrey (Cornejo y Santilli, 2015). Se agrega también la radiografía de una “víbora pequeña, amarilla y negra”, lo que en general no es referido en las crónicas sobre el tema.

Encontramos aquí las notas distintivas que iremos hallando en estos artículos: énfasis en los hallazgos experimentales, optimismo sobre las aplicaciones del conocimiento científico, positivismo y una cierta presciencia sobre la importancia que estos descubrimientos tendrían en el futuro. Y un hecho importante: el título “Fotografía de lo invisible” se repite en numerosas publicaciones que, en la Argentina y en otros países, daban cuenta del hallazgo de los rayos X. Al respecto, Cornejo, Roble, Martín, y Bujjamer (2012) analizaron la significación de tal hecho, que preanunció el cambio que en el siglo XX se produjo en lo que se denomina la “mirada médica”: la forma misma en que, desde la ciencia, se observa y se concibe el cuerpo humano, tanto en su aspecto externo como en su interioridad.

2. Dentro de la “miscelánea”. Título: Los rayos X o de Roentgen. Subtítulo: Fotografía de lo invisible. No figura el autor. Mayo 1896, Tomo XLI, Entrega V, p. 297-298.

Un artículo más breve que el anterior, donde discute la relación de los rayos X con la fluorescencia y la fosforescencia. El párrafo final reitera el optimismo respecto de las aplicaciones médicas del descubrimiento, afirmando que: “En este concepto, cada revista

³Existen, además de los trabajos aquí consignados, menciones a presentaciones en congresos, con título pero sin comentarios. Por ejemplo, “*Presentación de un aparato construido en el país para la producción de rayos Roentgen*”, por el Doctor Miguel Ferreyra, presentado en la primera reunión del Congreso Científico Latinoamericano, Buenos Aires, 10 al 20 de abril de 1898. La referencia se encuentra en el Tomo XLV, Entrega VI, junio 1898, p. 376.

trae una nueva aplicación ó un nuevo método y los resultados á que se llegará, harán que se coloque al descubrimiento de los rayos X entre los grandes progresos de la cirugía.” Esta tónica optimista era común entre los artículos publicados en los Anales, y refiere, como decíamos previamente, al contexto positivista de la época.

3. Dentro de la “Miscelánea”. Título: El fluoroscopio. Reimpresión de un artículo publicado en “El Comercio”. Agosto 1896, Tomo XLII, Entrega II, p. 191-192.

Describe sintéticamente el fluoroscopio desarrollado por Tomás A. Edison.

4. Dentro de la “Bibliografía”. Título: L’Endoscopie. Autor: Brunel, Georges. Artículo publicado en Revue de Revues, Abril 1° de 1897, año VIII, vol. XXI, n° 7, p. 23-30. Comentado por Federico Birabén, agosto 1897, Tomo XLV, Entrega II, p. 166.

El autor, que ya ha publicado en la Revue (vol. XVI, p. 37 y sig.) un artículo sobre el extraordinario y fecundo descubrimiento de Röntgen, se ocupa de la aplicación de éste á la inspección ó visión interna del cuerpo humano.

Nuevamente, el artículo es muy optimista respecto del empleo médico de los rayos X y menciona, entre sus ventajas, “la posibilidad de que el enfermo sea visitado sin que para él resulte ninguna perturbación, sin sufrimiento”. Esto es interesante, porque desde el ámbito médico, e incluso desde la bioética, se ha resaltado siempre que uno de los logros de la radiología moderna ha sido reducir el hecho de la palpación, muchas veces invasivo y hasta lesivo del pudor del paciente. Los rayos X prometían así una mirada médica profunda pero a la vez distante del cuerpo del paciente, liberando a este del contacto físico con las manos del médico. Toda “mirada” otorga, hasta cierto punto, significación al entorno al que se dirige, y establece así un conjunto de relaciones; basta advertir que en este caso el entorno es el cuerpo humano para advertir el gran impacto social producido por los rayos X y la radiografía.

Agreguemos que el artículo propone el empleo de la radiación para destruir las “toxinas liberadas por algunos microbios”, fenómeno que él supone la causa de la tuberculosis.

5. Dentro de la “Bibliografía”. Título: Les rayons Roentgen et les momies. Autor: Lande, Albert. Artículo publicado en La Nature, julio 17 de 1897, año 27, n° 1259, p. 103-105. Comentado por Federico Birabén, septiembre 1897, Tomo XLIV, Entrega III, p. 223.

Con el empleo de los rayos X el autor logra demostrar la mistificación de una momia; el comentario no lo aclara pero entendemos que debió tratarse de una figura fraguada que intentó hacerse pasar por una momia verdadera.

6. Dentro de la “Bibliografía”. Título: Apuntes de Física aplicada á la Medicina. Primera parte. Autor: Jaime R. Costa, Profesor titular de la Facultad de Medicina de Buenos Aires. Libro publicado por Agustín Etchepareborda, Buenos Aires, 1897, 2°

edición, p. 472. Comentado por Federico Birabén, octubre 1897, Tomo XLIV, Entrega IV, p. 278-283.

El ingeniero Federico Birabén analiza los “*Apuntes de Física aplicada á la Medicina*”, publicados por el Dr. Jaime R. Costa como material de estudio para los alumnos de la cátedra de Física Médica de la Universidad de Buenos Aires. Birabén comenta específicamente la segunda edición de estos Apuntes, y menciona que, entre los agregados a la primera edición, figura un capítulo dedicado a los “Rayos de Roentgen”. En palabras de Birabén: “Digno de mencionarse también, es el breve capítulo consagrado á los Rayos de Roentgen, de palpitante interés: nos ha parecido tratado con acierto, tanto en la parte teórica, como en la de las aplicaciones á la medicina”. Después de este inicial comentario favorable, Birabén destroza prolijamente el texto del Dr. Costa, criticándolo esencialmente por su condición de “apunte”, por carecer de fórmulas matemáticas y por estar impregnado del “prejuicio materialista” (Cornejo y Santilli, 2012). Podemos deducir que Birabén mantiene una postura algo crítica hacia el positivismo, inclinándose hacia una visión que enfatiza más la matemática y que parece estar influida por ideas de tipo espiritualista.

7. Dentro de la “Bibliografía”. Título: La technique des rayons X. Autor: Hébert, Alexandre; Preparador en la Facultad de Medicina de París. Libro publicado en la Colección “Bibliothèque des Revues Générales des Sciences”, eds. Georges Carré y C. Naud, París, 1897, 136 p. Comentado por Claro C. Dassen, enero 1898, Tomo XLV, Entrega I, p. 32.

Describe cómo un aficionado puede construir un aparato de rayos X y, según el comentarista, muestra los caracteres “físicos y filosóficos” de los rayos X y los rayos catódicos.

8. Dentro de la “Bibliografía”. Título: Les rayons de Becquerel et le polonium. Autor: Marie Curie (Sklodowska). Artículo publicado en Revue générale des Sciences, enero 30 de 1899, año 10, n° 2, p. 41-50. Comentado por Federico Birabén, marzo 1899, Tomo XLVII, Entrega III, p. 159.

Birabén describe el contenido del libro, y hace referencia a Pierre Curie como un “físico inglés” (sic).

9. Artículo. Título: Radiaciones – Rayos de Becquerel. Autor: Enrique Herrero Ducloux. Enero 1903, Tomo LV, Entrega I, p. 23-30.

El artículo comienza con un exaltado comentario referido a la “colmena científica” contemporánea del autor, en la que los “obreros de la ciencia” están desentrañando los misterios de la Naturaleza, expresiones que demuestran cierta filiación masónica en Herrero Ducloux. El símbolo de la colmena, el referir siempre a “obreros” formaba (y aún forma) parte del simbolismo masónico; agreguemos que la masonería de la época, en general, sostenía visiones positivistas (incluso expresadas en forma de rituales) y era una ferviente defensora del progreso indefinido.

Por otra parte, el autor postula que todas las diversas manifestaciones que se están descubriendo (rayos X y radiactividad) son expresiones de una energía única, fundamental. Y, como se estilaba en la época, considera que la materia que llamamos inanimada también está viva:

La mente se abisma ante ese hecho incontestable, difícilmente puede admitirlo la razón, y sin embargo la verdad como tal se impone. Pensar que esas pequeñas masas son focos inagotables de energía independientes del exterior, resistiendo á temperaturas como la del aire líquido... manifestando su presencia á la distancia, atravesando cuerpos opacos, despertando esa vida inorgánica en cuerpos inactivos, modificando edificios moleculares, sin sufrir desgaste alguno en el espacio de millones de años, es suficiente para confundirnos y llevar á nuestro espíritu la duda respecto de lo que conocemos de la constitución de la materia, del edificio del átomo, siempre obscuro y cada vez más complicado.

Apreciamos como, a pesar del positivismo imperante, se deslizan aquí ideas cercanas al vitalismo, expresadas en la referencia a la “vida inorgánica”. Y comenzamos a ver los primeros intentos de generar una visión global del Universo, que se apoye y a la vez sintetice todos los fenómenos recientemente descubiertos. Los rayos X y la radiactividad parecían abrir la posibilidad de entender la Naturaleza como un gran ente orgánico, viviente y unificado. Las dudas finales que el autor expresa son también importantes, porque resaltan que el impacto de los descubrimientos trasciende no solo por los nuevos conocimientos, sino también por los interrogantes que comenzaban a abrirse.

10. Dentro de la “Miscelánea”. Título: La acción fisiológica de los rayos Roentgen. Autor: no se indica. Marzo 1903, Tomo LV, Entrega III, p. 140–141.

Refiere los hallazgos del Dr. Oudin sobre los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, adelantando ideas tales como el “período de latencia”, hoy universalmente reconocido (Bushong, 2007). Discute la posibilidad de emplear la radioterapia, que recomienda para afecciones dermatológicas.

11. Dentro de la “Bibliografía”. Título: L'Année Electrique Electrotérapique et Radiographique. Autor: Foveau Courmielles, publicado por Ch. Béranger, París, 1903. Comentado por I.M., junio 1903, Tomo LV, Entrega VI, p. 278-284.

Se efectúa un comentario bastante extenso de los distintos capítulos de esta publicación, entre los que sobresalen la síntesis de un trabajo que postula que “los metales son seres vivos dotados de una inteligencia cósmica”, algo así como un pensamiento alquímico en el siglo XX, y la relación de las primeras experiencias de radioterapia, utilizada para el tratamiento del cáncer y para algo que hoy sería impensable: la depilación.

Respecto de la supervivencia de conceptos alquímicos, apreciamos cómo, a pesar del positivismo imperante, perviven ideas que hoy podrían ser incluidas en el pensamiento mágico. Esa combinación de ciencia experimental rigurosa con ideas de

corte metafísico se reitera en varios de los artículos, y opera como una especie de “balance” frente al positivismo.

12. Artículo. Título: Un rayo de sol. Autor: Enrique Herrero Ducloux. Julio 1903, Tomo LVI, Entrega I, p. 5-22.

Un trabajo muy curioso, una suerte de poesía exaltada en la que se cantan las maravillas del Sol y de sus emisiones. Nuevamente, aparecen símbolos y expresiones que recuerdan ideas de algunos grados de la masonería. El autor compone una especie de poema en prosa sobre las ondas electromagnéticas, incluyendo los rayos Roentgen, “con sus variedades de Becquerel”. Esto último demuestra que aún no estaba clara la diferencia entre los rayos X y las radiaciones nucleares, mostrando la dificultad que presentan los distintos conceptos de la física para diferenciarse progresivamente. Aunque muy barroco para el gusto moderno, este trabajo revela un gran optimismo científico por parte del autor, nuevamente acorde con el clima positivista de la época (Quereilhac, 2018).

13. Artículo. Título: Algunas experiencias con el bromuro de radium. Autor: M. Indrickson (traducido del ruso por Simón Goldenhorn). Agosto 1903, Tomo LVI, Entrega II, p. 85-91.

Un trabajo de tipo técnico, refiere experimentos realizados para estudiar la desviación de los rayos emitidos por el radium en un campo magnético, y su capacidad de ionizar el aire.

14. Dentro de la “Bibliografía”. Título: Le Radium, sa préparation et ses propriétés. Autor: Jacques Danne, preparateur particulier de M. Curié, École de physique et de chimie industrielles de Paris, avec un préface de M. Ch. Lauth, Directeur de l’Ecole de physique et de chimie industrielles de Paris, publicado por Ch. Béranger, París, s/fecha. Comentado por anónimo, junio 1904, Tomo LVII, Entrega VI, p. 348.

Es interesante lo que refiere el comentador del trabajo, posiblemente con relación a la poca solidez de algunas afirmaciones sobre la radiación que se publicaban en la época (ver el resaltado, por parte nuestra, en la cita):

El maravilloso descubrimiento de los cónyuges Curie, el misterioso *Radio*, es tal tema de actualidad, que todo lo que a su respecto se diga ha de interesar vivamente, i con mayor razón en este caso, en que el autor es el preparador privado del afortunado descubridor. El profesor Lauth dice: «El trabajo del señor Danne es el resumen del *estado actual* de nuestros conocimientos sobre las propiedades de las sales de radium; sólo se mencionan en él los hechos *definitivamente conquistados por la ciencia.*»

15. Dentro de la “Bibliografía”. Título: L’année électrique; électrothérapique et radiographique. Revue annuelle des progres électriques en 1904. Cinquième année.

Autor: Foveau Courmelles, publicado por Ch. Béranger, París, 1905. Comentado por anónimo, febrero 1905, Tomo LIX, Entrega II, p. 95-96.

Reseña muy sintética del contenido de la publicación.

16. Artículo. Título: Radioactividad ó actividad radiante espontánea de la matéria. Autor: Guillermo F. Schaefer. Noviembre 1905, Tomo LX, Entrega V, p. 209-221.

Este trabajo, escrito por el Doctor en Química Guillermo F. Schaefer es de tipo eminentemente técnico, describiendo los conocimientos alcanzados en la época sobre los decaimientos radiactivos y la transformación de los elementos químicos que resultan de los mismos.

17. Artículo. Título: Radioactividad ó actividad radiante espontánea de la matéria. Autor: Guillermo F. Schaefer. Diciembre 1905, Tomo LX, Entrega VI, p. 302-315.

El autor considera este trabajo como una “divagación sobre el tema” y reproduce su escrito casi íntegramente en la conferencia en homenaje a Pierre Curie, que analizamos a continuación.

18. Artículo. Título: El radio. Conferencia en la Sociedad Científica Argentina en homenaje á M. Pierre Curie. Autor: Guillermo F. Schaefer. Julio 1906, Tomo LXII, Entrega I, p. 23-36.

Este artículo es uno de los más extensos e interesantes. Se trata de una transcripción de la conferencia dictada por el autor en la Sociedad Científica Argentina, cuya fecha exacta no se indica. A pesar de su título, las referencias a Pierre Curie abundan solo al comienzo del trabajo, el resto es una larga exposición de las ideas del autor sobre la naturaleza de la materia en general y de la radiactividad en particular, de gran interés para comprender el pensamiento físico de la época. De esta forma, vemos una vez más cómo los Anales de la Sociedad Científica Argentina constituyen un material invaluable para el estudio de la historia de la ciencia y de la epistemología subyacente, muchas veces tácitamente, al pensamiento científico.

Independientemente de algunos errores puntuales, motivados por el estado incipiente de la investigación científica del tema (por ejemplo, considerar que la actividad del radio es “sensiblemente constante”, cuando hoy sabemos que decae con el tiempo) y referencias a conceptos imperantes en la época pero hoy abandonados (“el movimiento ondulatorio del éter”), el autor se esfuerza por centrarse en los conceptos estrictamente científicos, afirmando que “es necesario deslindar lo positivo de lo fantástico”, expresión que formula al referirse a la opinión de algunos sabios que habían tratado de atribuir a la radiactividad el origen de la vida. Esto está en sintonía con lo citado en uno de los trabajos anteriores, en el que el autor declaraba que solo se mencionarían los hechos definitivamente conquistados por la ciencia. Además, muestra cómo en estos trabajos se hace evidente el “choque” entre dos concepciones distintas de la ciencia. Sin embargo, a

pesar de su esfuerzo, Schaefer no siempre consigue mantenerse dentro de los lindes específicos de la ciencia.

Por ejemplo, Schaefer manifiesta en varias oportunidades su aprecio por las ideas de los antiguos alquimistas, tal como vimos en uno de los trabajos precedentes. Afirma que la transformación de un elemento químico en otro, consecuencia de los decaimientos radiactivos, prueba el concepto alquímico de la *transmutación de los elementos* (en cursiva en el original), “que no ha mucho se consideraba como una utopía indigna de preocupar al verdadero hombre de ciencia”. En tal sentido, repetidamente refiere a la idea alquímica de la “unidad de la materia”, que lo lleva a considerar que los elementos químicos podrían ser “estados alotrópicos de un elemento primitivo”, y que las distintas formas de la materia son el resultado de su evolución progresiva a partir de una forma original, suscribiendo así la noción alquímica de la “prima materia”. En relación con esto, menciona al físico William Crookes, muy aficionado al espiritismo y al ocultismo (Quereihac, 2016; Jung, 1957), quien hasta dio nombre a esta “materia primordial”, llamándola “protilo”.

Schaefer también discute otras hipótesis muy particulares, como la que afirma que la radiactividad no es una propiedad de la materia, opuestamente a lo que él mismo sostiene. Según esta hipótesis, el espacio estaría surcado por misteriosas radiaciones, que las sustancias absorben y luego vuelven a emitir. Finalmente, no se decide en forma concreta por ninguna de estas hipótesis, si bien reconoce que la de las radiaciones del espacio es una “de las que más seducen”.

En general, todo el trabajo se enmarca en una excesiva “fe” que el autor parece depositar en la radiactividad, a la que nuevamente, y a pesar de haber explorado la hipótesis de las radiaciones del espacio, considera una propiedad universal de la materia, hasta el punto de encontrar propiedades radiactivas en “el aire, la nieve y la lluvia”. Podríamos pensar, por lo tanto, que algunos autores, si bien utilizaban el nombre comúnmente aceptado hasta nuestros días (“radiactividad”), tenían del concepto en sí una imagen profundamente diferente.

Schaefer parece haber estudiado la llamada filosofía hermética, base “conceptual” de la alquimia, uno de cuyos axiomas principales afirma que “como es arriba, es abajo”, es decir, que lo que ocurre en el macrocosmos es equivalente a lo que acontece en el microcosmos. Siguiendo esa idea, el autor toma un concepto de Filipo Re (Andrade e Silva y Lochak, 1969), en el que considera los átomos radiactivos como pequeños sistemas solares en formación, y a los átomos estables como “pequeños soles extintos”. Estas excentricidades son consecuencia del esfuerzo que Schaefer manifiesta por alcanzar una visión unificada de los conocimientos de la época, que le permitiera comprender el Universo como un todo. De hecho, cerca del final del artículo, Schaefer escribe: “Siendo el ideal supremo de la ciencia, reunir en una sola ley todos los fenómenos del universo”.

Por cierto, dicho ideal continúa siendo sostenido por la ciencia contemporánea, demostrando que la búsqueda de una unidad fundamental es uno de los arquetipos básicos del pensamiento científico. Aquí vemos una consecuencia importante de este tipo de estudios históricos: advertir que algunas ideas, consideradas absolutamente actuales, realmente se remontan muy atrás en el tiempo, demostrando una notable continuidad tanto en las bases filosóficas de la ciencia como en los objetivos perseguidos por la misma.

Esto podría arrojar dudas acerca de si los “cambios de paradigma”, en lo que respecta a las ideas y objetivos científicos más generales, son tan radicales como suele considerarse.

Y para no creer que todas las afirmaciones del autor eran fantasías derivadas del ocultismo decimonónico, no podemos dejar de mencionar en su trabajo la presencia de ideas notablemente avanzadas para la época, casi podríamos decir anticipatorias: “probablemente lo que llamamos materia y energía, son en el fondo la misma cosa, una de ellas transformación o quizás concentración de la otra” (Acosta, Cowan y Graham, 1975). También parece anticipar la noción de isótopo, al considerar que los átomos de un elemento químico no son todos exactamente iguales. En cierto momento se refiere a los “neutrones”, pero según él son una hipótesis de Nernst, que los concibe como “moléculas sin masa”.

Abundan también otras curiosidades, tales como denominar al gas radón como “Emanación” o “Exradio”, considerar que el ozono y el agua oxigenada poseen propiedades análogas a la radiactividad (“¿Qué relación misteriosa existirá entre ambas?”). En realidad, la asociación del ozono y del agua oxigenada con la radiación quizás entrañe una brillante conjetura por parte del autor: hoy sabemos que los efectos tóxicos de la radiación son consecuencia de su naturaleza oxidativa y que el oxígeno es el radiosensibilizante universal (Bushong, 2007).

19. Artículo. Título: Los electrones. Autor: Doctor Julio J. Gatti. Agosto 1906, Tomo LXII, Entrega II, p. 96-109.

Este artículo es muy interesante, sobre todo por las ideas filosóficas que presenta. El Dr. Gatti sostiene que el universo está gobernado por una ley de evolución, que guía su comportamiento hacia una especie de perfección cósmica. En esta visión engloba fenómenos tan disimiles como los sociales, sociológicos, psicológicos, biológicos y cosmológicos; demostrando nuevamente la búsqueda de una cierta unidad conceptual. Esta idea se encontraba presente en el pensamiento griego, transformándose, hasta cierto punto, en un obstáculo para su progreso, cerrando su cosmovisión en lugar de buscar un equilibrio entre sus ideas filosóficas y las leyes que gobiernan los fenómenos físicos (Ponomariov, 1974).

En sus propias palabras:

Existe una ley absolutamente general y perfecta, y en la cual, por lo mismo, no han intervenido los hombres, que lo rige todo en el universo desde el pensamiento y la acción de los sabios, basta el movimiento de las lejanas nebulosas, desde el detalle nimio en el fenómeno físico, hasta el porvenir de las especies, desde el vaivén de nuestras ideas estéticas, basta las turbulencias sociológicas que agitan á la humanidad y esa ley es la ley de la evolución.”...“Todo en el cosmos tiende á modificarse, á cambiar, á moverse, á girar, como obedeciendo ciegamente á una consigna, orientándose hacia un perfeccionamiento ideal que, miraje ó no, esperanza ó realidad futura, debemos reconocer que estamos aún muy lejos de poder alcanzar.

En el mismo orden de ideas, considera el nacimiento y la muerte del Universo, pensando esta última como “el Nirvana de la materia”:

La unidad de la materia, ese credo secreto de todos los pensadores de todos los tiempos, desde los filósofos hindús hasta nuestros días, constituiría, si estas ideas fueran confirmadas, la más brillante muestra de lo que puede en sus culminantes abstracciones la mente de los que Minerva elige como á excelsos obreros de la ciencia al besarlos amorosamente en las frentes pensadoras.”...“Nuestro mundo, el universo entero, nosotros mismos por lo tanto, todo, absolutamente todo lo que está y existe, va á perderse, evaporándose lentamente, disociándose, disgregándose, simplificándose para volver al caos primitivo, á la nebulosa primera, al éter, plasma de todas las cosas, supremo hacedor del universo, primer grado de condensación de la energía universal...La materia, la madre materia, lo único incommovible que conocíamos sufre también ella por la eterna, por la niveladora ley de la evolución, su ciclo inevitable.

El autor, nuevamente, manifiesta un elevado optimismo científico, y afirma que la labor de los sabios en su esfuerzo individual y colectivo es la forja fundamental mediante la cual se va construyendo el edificio del conocimiento científico. También reconoce el gran impacto que tuvieron los descubrimientos de principio de siglo como catapulta o ariete que guía las especulaciones de los hombres de ciencia. Y lo que afirma hasta con cierta exaltación es la teoría de los electrones.

En primer lugar, el Dr. Gatti destaca la gran importancia para el pensamiento científico de los fenómenos eléctricos, desde los simples fenómenos de electrificación por frotamiento, pasando por la electrólisis, la descarga en gases rarificados, etc. Fundamenta la explicación de los fenómenos luminosos en la acción de los electrones y hace notar la importancia de los fenómenos luminosos como sustento de los fenómenos biológicos.

También comienza a entrever la estructura divisible del átomo, del cual el electrón es uno de los constituyentes. Menciona la experiencia de Crookes, que resultó fundamental para estudiar las propiedades del electrón y para permitir la producción de rayos X, así como las investigaciones de Goldstein, Roentgen, Thompson, Hertz y Lenard, que abrieron el camino que permitió considerar el electrón como un componente fundamental de la estructura atómica (Acosta, Cowan y Graham, 1975).

Respecto de la radiación, digamos que considera la materia como energía altamente condensada, y la radiación como energía liberada, en forma similar a lo expresado en la conferencia de Schaefer, previamente mencionada.

20. Dentro de la “Bibliografía”. Título: L’année électrique; électrothérapique et radiographique. Revue annuelle des progres électriques en 1908. Neuvième année. Autor: Foveau Courmelles, publicado por Ch. Béranger, París, 1909, 308 p. Comentado por anónimo, enero 1909, Tomo LXVII, Entrega I, p. 46.

Muy breve referencia, elogiosa, hacia este trabajo.

21. Artículo. Título: Congrèss International de Radiologie et d’électricité, patrocinado por el gobierno belga y diversas sociedades radiológicas de Francia, Bélgica, Alemania y Holanda, Bruselas, 1910. Autor: Anónimo. Marzo 1910, Tomo LXI, Entrega III, p. 125-128.

Resumen de los temas presentados en el congreso, que incluyen cuestiones técnicas sobre radiografía y el empleo de los rayos X y el radium en radioterapia oncológica.

22. Dentro de la “Bibliografía”. Título: L’année électrique; électrothérapique et radiographique. Revue annuelle des progrès électriques en 1909. Neuvième année. Autor: Foveau Courmelles, publicado por Ch. Béranger, París, 1909, 370 p. Comentado por anónimo, abril 1910, Tomo LXIX, Entrega IV, p. 200.

Breve referencia hacia este trabajo, que contiene la lista de temas, entre los que se incluyen radiografía y radioterapia.

3. Conclusiones

A partir de la lectura de los 22 artículos que se publicaron en los anales de la Sociedad Científica Argentina desde 1895 hasta 1910, sobre el tema de las radiaciones, pueden obtenerse conclusiones referidas a distintos aspectos:

- a) en lo relativo a la difusión del conocimiento científico,
- b) en lo que respecta a la forma en que dicho conocimiento era concebido, y a las cuestiones epistemológicas vinculadas con la ciencia y el trabajo científico,
- c) en lo referente a la historia de la construcción de la física moderna y,
- d) respecto de la ideología, en el sentido de cosmovisión, explícita o subyacente, de los autores de los textos.

Respecto del primer punto, resalta la notable rapidez en la comunicación de las novedades científicas, especialmente en la recepción de los avances y descubrimientos que se realizaban en Europa. Esto resalta el rol científico y cultural desempeñado por los Anales de la Sociedad Científica Argentina, asociado con una visión positivista, característica de la época, y un gran optimismo científico, que en nuestro tema se expresa en la certeza de lograr rápidamente aplicaciones médicas de gran utilidad para los rayos X y la radiactividad.

Desde un punto de vista epistemológico, nuevamente señalamos la tácita adscripción al positivismo. Predomina el énfasis en cuestiones de tipo experimental, y en ningún momento se plantean problemáticas de tipo metodológicas o relativas a criterios de validación, si bien algunos trabajos mencionan que algunas publicaciones de la época dejaban de lado la rigurosidad estrictamente científica. A partir de los datos experimentales los artículos analizados buscan construir modelos teóricos o hipótesis explicativas de índole filosófica, sin mencionarse las hipótesis que hubieron guiado el trabajo experimental. Se destaca la figura del científico como una suerte de emprendedor, que desarrolla sus propios experimentos en condiciones no siempre favorables, trabajando en los límites de la institucionalidad científica.

Con relación al tercer punto, se puede advertir la solidez del edificio conceptual que sostiene a la física moderna y que tuvo como uno de sus primeros intereses el estudio de la interacción de la radiación con la materia. Se aprecia que la estructura del conocimiento del mundo atómico se fue desarrollando desde lo experimental hacia lo teórico, como decíamos a propósito de la postura epistemológica subyacente en los

artículos estudiados, y la fértil tierra de conocimientos matemáticos de la época permitió expresar en forma muy satisfactoria los modelos que se fueron elaborando a partir de los datos experimentales (Sánchez Ron, 2005; Gamow, 1980; Andrade e Silva y Lochak, 1969).

El impulso que dio Roentgen con su descubrimiento de los rayos X encendió una mecha que nunca detuvo su vigorosa marcha, pues sus rayos sirvieron como linterna para iluminar el interior del átomo e ir descubriendo sus principales constituyentes. De hecho, durante tres décadas todas las premiaciones Nobel estuvieron destinadas a investigaciones del mundo atómico (Ponomariov, 1974). El gran optimismo manifestado en los artículos referidos es un reflejo de este hecho, que superó el mero interés académico para adquirir gran importancia médica y social.

El otro fenómeno que ocupó varios artículos en las publicaciones de los Anales fue el de la radiactividad, que resultó decisivo pues demostró que ciertos elementos tienen la particularidad de emitir partículas y energía y este hecho dio pistas acerca de la constitución del núcleo atómico.

Otro aspecto que es interesante destacar es el papel que desempeña el análisis histórico de los grandes experimentos e investigaciones que se fueron sucediendo. Pues hoy es una práctica bien establecida el realizar un estudio detallado del estado del arte cuando se inicia una investigación científica. Y eso revela una de las características de la ciencia física: la gran interconexión que existe entre los conceptos sobre los que está basada.

Finalmente, digamos algunas palabras sobre el punto d). Se advierte en los artículos estudiados la búsqueda de una visión global del Universo, en la que evolución y materia desempeñaban los roles fundamentales. Esta búsqueda parece sintetizarse en la expresión: "La materia evoluciona hacia la perfección", e implica una cosmovisión que desde el campo de la filosofía ha permanecido vigente durante gran parte del siglo XX, como puede apreciarse en la obra de Teilhard de Chardin (1984).

Esencialmente, varios de los autores estudiados buscan "ubicar" la materia y su estructura dentro de un concepto general de la Naturaleza. Eso los llevó a imaginar que la materia pasa por ciclos evolutivos y que el uranio, por ejemplo, está más "evolucionado" que los elementos de bajo número atómico. De hecho, para un futuro trabajo se podría investigar qué ocurrió, dentro de la comunidad científica, con esa concepción de la materia y de su lugar en el Universo.

En síntesis, vemos una vez más cómo los Anales de la S.C.A. constituyen un material invaluable para el estudio de la historia de la ciencia, en este caso de la historia de la física. Los Anales van siendo un "espejo" de lo que se discutía en la física atómica en general, y permiten apreciar que no se trató de ideas salpicadas que aparecían aquí y allá, sino de conceptos que iban surgiendo al compás de las discusiones entre los científicos. Usando los mismos conceptos que aparecen en los Anales, diríamos que las ideas de la física moderna "evolucionaron" progresivamente, a medida que se iban discutiendo, refutando y, eventualmente, progresando y consolidándose (Cornejo, Barrero, Roble, Roux, Suárez Anzorena Rosasco, y Condorí, 2016).

4. Referencias

- Acosta, V.; Cowan, C. y Graham, B. J. (1975). *Curso de Física moderna*. Harla.
- Andrade e Silva, J. y Lochak, G. (1969). *Los cuantos*. Biblioteca para el hombre actual Ediciones Guadarrama S.A.
- Beiser, A. (1969). *El mundo de la física. Presente y futuro de la física por sus creadores*. Compañía Fabril editora. Colección de libros del Mirasol.
- Becquerel, H. ([1926] 1947). *La radioactividad*. Espasa Calpe.
- Bushong, S. C. (2007). *Manual de Radiología para Técnicos – Física, biología y protección radiológica*. Elsevier.
- Cornejo, J.; Barrero, C.; Roble, M. B.; Roux, P.; Suárez Anzorena Rosasco, J. y Condorí, B. (2016). Los primeros pasos de la ciencia y la tecnología en la Argentina: los 'Anales de la Sociedad Científica Argentina', *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 256 (2), pp 5-15.
- Cornejo, J.; Roble, M. B.; Martín, A. M. y Bujjamer, J. (2012). Cuestiones éticas, sociales y filosóficas planteadas por el empleo de la tecnología asociada a las radiaciones ionizantes, en imagenología y radioterapia. *Biophronesis*, 2 (2), pp 1-21.
- Cornejo, J. y Santilli, H. (2015). El surgimiento de la Radiología en la Argentina: nace una forma nueva de ver el cuerpo, *Revista Res Gesta*, 50, pp 109-130.
- Cornejo, J. y Santilli, H. (2012), La historia temprana de la radiología en la Argentina, *Revista de Historia de la Medicina y Epistemología Médica*, IV (2), pp 1-13.
- Gamow, G. (1980). *Biografía de la física*. Alianza.
- Jung, C. (1989). *Psicología y Alquimia*. Plaza y Janes.
- Kane J. W. y Sternheim, M. (1998). *Física*. Reverté.
- Ponomariov, L. (1974). *Alrededor del cuanto*. Editorial Mir.
- Quereilhac, S. (2018). Radiografías en la pampa. Fantasías sobre rayos X y radiación en la Argentina de entresiglos. En Caravaca, J.; Daniel, C.; Ben Plotkin, M. (Comps.), *Saberes desbordados: historias de diálogos entre conocimientos científicos y sentido común, Argentina, siglos XIX y XX*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto de Desarrollo Económico y Social, pp 20-50.
- Quereilhac, S. (2016). *Cuando la ciencia despertaba fantasías. Prensa, literatura y ocultismo en la argentina de entresiglos*. Siglo XXI.
- Remizov, A. (1991). *Física médica y biológica*. Editorial Mir.
- Sánchez Ron, J. M. (2005). *Historia de la física cuántica. El periodo fundacional (1860-1926)*. Drakontos Critica.
- Sánchez Ron, J. (2008). *Marie y Pierre Curie. Vida, pensamiento y obra*. Buenos Aires: Planeta Dagostini. Este texto contiene muchos artículos originales de los autores.
- Teilhard de Chardin, P. ([1955] 1984). *El fenómeno humano*, Hyspamérica.