

Primer texto mexicano sobre radioactividad y Física Atómica

M.A. Moreno Corral

*Instituto de Astronomía, Campus Ensenada, Universidad Nacional Autónoma de México,
Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, C. P. 22860, Ensenada, Baja California, México.
e-mail: mam@astro.unam.mx*

Received 14 June 2018; accepted 11 December 2018

La literatura sobre ciencias exactas siempre ha sido escasa en nuestro país, sobre todo en el período anterior a la profesionalización de estas disciplinas entre nosotros, así que es destacable la existencia del libro *Compendio de los fenómenos de la Radioactividad y nociones sobre la Constitución de la Materia*, publicado en la Ciudad de México en el año de 1932. En él, fueron tratados con cierta amplitud esos temas. Considerando que la historiografía de la ciencia mexicana es una actividad incipiente que requiere todavía de amplios estudios, la existencia de este libro seguramente resultará importante para quienes investigan el desarrollo que la Física ha tenido en esta nación. Escrito por el ingeniero Juan Mateos, no fue traducción al español de obra alguna publicada en otro idioma, sino que es una aportación original en nuestra lengua, que hace de ella algo relevante, pues muestra la temprana existencia de mexicanos que estaban al tanto, al menos en lo general, de los principales avances en las investigaciones que se hacían para establecer la naturaleza misma de la materia. En este artículo, se presenta un resumen de lo que trata ese libro pionero, pues consideramos que debe ser conocido, pues arroja luz sobre los esfuerzos iniciales hechos en México para divulgar lo que se sabía sobre Física Atómica y Nuclear; saber que entonces no solamente era novedoso, sino que formaba parte de la vanguardia internacional de la ciencia misma y estaba abriendo todo un rico campo de investigación, del cual, gracias a esta obra, no fuimos totalmente ajenos.

Descriptor: Radioactividad; física atómica; historia de la física.

The literature on exact sciences has always been scarce in our country, especially in the period prior to the professionalization of these disciplines among us, so is remarkable the existence of the book *Compendio de los fenómenos de la Radioactividad y nociones sobre la Constitución de la Materia*, published in Mexico City in 1932. In it, exact sciences were treated with certain amplitude. Considering that the historiography of Mexican science is an incipient activity that still requires extensive studies, the existence of this book surely is important for those who investigate the development that Physics has had in Mexico. Written by the engineer Juan Mateos, it was not a translation to Spanish of any work published from language, but it is an original contribution in Spanish, which makes it a relevant work, because it shows the early existence of Mexicans who were aware, at least in a general sense, of the main advances in the investigations that were made to define the nature of matter. In this article, we present a summary of what this pioneering book is about, because we believe it should be known, as it sheds light on the initial efforts made in Mexico to disseminate what was known about Atomic and Nuclear Physics. We must remark that it was not only novel then, but that it was part of the international avant-garde of science itself and was opening up a rich field of research, to which, thanks to this work, we were not totally unrelated.

Keywords: Radioactivity; atomic physics; history of physics.

PACS: 01.65.+g.

DOI: <https://doi.org/10.31349/RevMexFisE.65.223>

1. Epígrafe

Uno de los enfoques que puede darse al estudio histórico de la ciencia en México, es investigar cuáles han sido los textos que nuestros científicos han escrito. Para el caso de las disciplinas físico matemáticas resulta muy necesario hacerlo, pues en la mayoría de los casos, los historiadores hasta ahora solamente se han ocupado de mencionar a los personajes que se interesaron en ellas, dejando de lado la información referente a su saber científico, cómo lo adquirieron y cómo trataron de transmitirlo en un medio muy poco permeable a la ciencia. Por ello desde hace años nos hemos abocado a investigar qué libros de Astronomía, Física, Matemáticas y Química fueron publicados en la época colonial, así como en el México independiente, lo que entre otros logros ha permitido rescatar y publicar versiones facsimilares de los dos primeros libros científicos escritos y publicados en todo el continente ameri-

cano; el *Sumario compendioso de las cuentas* [1] y la *Physica Speculatio* [2], lo que consideramos importante, pues en la actualidad no hay ejemplares originales en nuestro país del primero y solamente queda uno del segundo.

Ese tipo de investigaciones llevaron al libro que ahora nos ocupa, el que aunque fue publicado en la primera parte del siglo XX, en la actualidad es desconocido en el medio científico mexicano, pues incluso no se le menciona en el más completo estudio histórico que sobre la Física Nuclear se ha publicado en nuestro país [3]. Solamente lo hemos hallado en una biblioteca pública mexicana, aunque debe decirse que existen al menos cinco ejemplares de esta obra en diferentes bibliotecas estadounidenses. Su rareza es la que nos convenció para darlo a conocer entre los físicos mexicanos, pues brinda datos sobre los albores de la física moderna en nuestra nación.

2. Introducción

El notable físico de la primera mitad siglo XX George A. Gamow, en su libro *Biografía de la Física* [4], escribió que una serie de descubrimientos importantes realizados hacia finales del siglo XIX, transformaron rápidamente la física, desde su forma “clásica” hasta la “moderna”. Antes de esos hechos, la idea que se tenía del átomo era la de una partícula indivisible e impenetrable, así como que había gran diversidad de átomos [5]. Sería el descubrimiento de la radioactividad, el que mostraría que no era así, pues los experimentos de personajes tan notables como Röntgen, Beckerel, Rutherford, Chadwick, Bohr, Pierre y Marie Curie entre otros, llevaron a entender la estructura de la materia de la manera en que ahora lo hacemos [6]. La importancia cultural de aquellos descubrimientos fue grande, razón por la que desde entonces hubo literatura que narra lo que esos y otros notables científicos hicieron, así como la relevancia que tenían sus investigaciones.

Cuando ocurría parte importante de esos descubrimientos, nuestro país se hallaba sumido en un violento proceso revolucionario que trastocó todas las actividades de su sociedad, entre ellas las de carácter académico y cultural. A pesar de ello, hubo intentos de dar a conocer las nuevas teorías que entonces surgían en Física [7, 8], pero por no existir en México instituciones académicas donde se enseñara esta ciencia como tal, aquellos esfuerzos quedaron como hechos aislados. En 1932 y antes de que se generaran las acciones que al finalizar la década de 1930 llevaron a crear la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física en la Universidad Nacional Autónoma de México, apareció publicado el primer libro mexicano que se ocupó de las generalidades de la física atómica y nuclear; el *Compendio de los fenómenos de la Radioactividad y nociones sobre la constitución de la materia*, escrito por el ingeniero Juan Mateos, quien se desempeñaba como profesor de la Escuela Nacional Preparatoria y de la Escuela Nacional de Ingeniería. Este personaje se interesó por la física moderna más allá de la lectura de obras de divulgación, pues solamente unos años antes, había publicado también en nuestro país y en español, el primer texto mexicano que trató la Teoría de la Relatividad General [9], mostrando conocimientos superiores tanto en física como en matemáticas, a los que entonces se impartían en nuestras escuelas. La poca información biográfica que de él existe, impide decir con certeza dónde adquirió esa formación. Lo que sí se sabe, porque así lo indica en el libro que ahora nos ocupa, es que “vio cómo las damas americanas obsequiaron a la señora Curie un gramo de radio en su visita a Nueva York en 1921”. Efectivamente en mayo de ese año, Marie Curie estuvo en Estados Unidos impartiendo conferencias y recibiendo diversos reconocimientos y homenajes [10]. El día 20 de aquel mes, le fue obsequiado un gramo de ese elemento químico, para que continuara las investigaciones que realizaba en su laboratorio parisino. El costo que entonces tuvo ese regalo tan particular, fue de cien mil dólares, dato que también aporta nuestro autor.

3. El Compendio de los fenómenos de la Radioactividad

Mateos escribió este libro para divulgar los avances alcanzados en la comprensión de los fenómenos atómicos y nucleares [11]. En él, a lo largo de ochenta páginas que contienen ilustraciones, diagramas y ecuaciones, trató información relevante sobre la radioactividad y la estructura de la materia. Sin duda esta obra fue un hito para la cultura de México, tan carente de textos propios en nuestro idioma sobre ciencias físico-matemáticas. Con lenguaje sencillo, introdujo no solamente los aspectos históricos sobresalientes en esos campos, sino que presentó las teorías y los experimentos necesarios para comprender los logros alcanzados por los principales físicos en el complejo proceso seguido para entender lo que ocurría a escala atómica, lo que hizo de su libro, un verdadero curso introductorio a los fenómenos atómicos, en una época, en la que en nuestro país no existían estudios en ese campo. Debe resaltarse que esta obra no solamente fue el primer libro sobre radioactividad y teoría atómica escrito e impreso en nuestro país, sino que también fue de los primeros textos sobre ciencias exactas -si es que no el primero- que fueron publicados por la Universidad Nacional Autónoma de México. Cuando ello ocurrió, habían pasado solamente tres años desde que había conseguido su autonomía y en aquel momento, realmente no existía en ella estudios ni infraestructura en el campo de la Física Atómica [12].

Para situar mejor el trabajo del ingeniero Mateos en el contexto de la cultura científica mexicana de su tiempo, es adecuado mencionar que en ese entonces, en nuestro país existían organizaciones creadas para difundir la ciencia como la Sociedad Científica Antonio Alzate fundada en 1884 o la Sociedad Astronómica de México, que tuvo su origen en 1902. Ambas publicaban revistas donde se presentaron trabajos sobre ciencia, aunque la última lo hizo fundamentalmente en el campo astronómico. Los miembros de estas agrupaciones se reunían para hablar sobre muy variados temas científicos, resultando de ello la publicación de artículos tanto de investigación como de divulgación. Se ha hecho una revisión de lo aparecido en ellas antes de 1932 [13], encontrado solamente un artículo sobre radioactividad, que fue escrito en francés y publicado originalmente en Francia. Por esa época, el único físico mexicano era el Dr. Manuel Sandoval Vallarta [14], quien se estaba creando un importante prestigio internacional en el terreno de la Física. Aunque laboraba fundamentalmente en Estados Unidos, se preocupó por impulsar la ciencia en México, por lo que con frecuencia aparecieron algunos de sus trabajos en la revista de la Sociedad Alzate. Tal fue el caso de “La teoría relativista de la estructura fina de rayas espectrales”, que apareció en ella en 1925. Este artículo se ocupó de la explicación dada por Sommerfeld sobre el desdoblamiento espectral, tema que Mateos trataría brevemente en el libro que aquí nos ocupa. En la misma revista, Sandoval Vallarta también publicó “Sobre la teoría relativista de la mecánica ondulatoria”, aparecido en 1927 e “Investigaciones sobre la relación entre la teoría del quantum y la teoría de la relati-

dad” que vio la luz ahí mismo en 1932, año de la publicación del libro de Mateos. Como miembro de esa sociedad científica, es altamente probable que nuestro autor haya conocido esos trabajos y las discusiones que en su seno pudieron darse sobre los temas que explicó en el *Compendio*, pero para hacerlo, debió además allegarse conocimientos que no formaban parte del acervo cultural de la sociedad mexicana de ese momento.

El libro de Mateos se encuentra dividido en dos secciones principales. En la primera se ocupó de la radioactividad y en la segunda trató lo relativo a la constitución de la materia. Comenzó resumiendo los experimentos realizados con el tubo de Crookes, hechos para estudiar la fluorescencia producida por diferentes gases, lo que le sirvió para hablar de la existencia del electrón. En esa sección también trató el descubrimiento de los rayos X, así como el de los nuevos elementos químicos Polonio y Radio. Puntualizó que los fenómenos radioactivos eran de orden enteramente nuevo, que no podían clasificarse entre los que hasta entonces habían sido objeto de estudio de la Física y la Química, resaltando que estaban relacionados íntimamente con la estructura de la materia. Igualmente señaló que la emisión espontánea y continua de energía, característica fundamental de los cuerpos radioactivos, se manifestaba a través de propiedades como “emitir calor, encender sustancias fosforescentes, ionizar los gases e impresionar las placas fotográficas”. Además resaltó que “en vano se ha esforzado la ciencia en detener o siquiera modificar la actividad radiante que, a semejanza de la pesantez, se hace sentir perenne, inexorable, como propiedad intrínseca inseparable de los cuerpos que la poseen”.

En forma cualitativa describió lo que entonces se sabía de los rayos α , β y γ y los experimentos realizados para establecer su naturaleza. Hizo una amplia discusión, describiendo características como la energía que transportan, su poder de penetración y su comportamiento en presencia de campos electromagnéticos, indicando que los dos primeros se desvían en presencia de éstos, haciéndolo en direcciones opuestas unos respecto de los otros, lo que aunado a otras propiedades, permitió establecer que los rayos α en realidad eran núcleos de Helio, mientras que en el caso de los rayos β , se trataba de electrones. Por lo que respecta a los rayos γ , los equiparó con el comportamiento de los rayos X, señalando que son fotones de mayor energía, pero que tienen longitud de onda más corta, indicando que no existía ninguna aplicación concreta de ellos, por lo que los consideró como “un fenómeno secundario, hasta hoy por lo menos, en la radioactividad”, comentario que indica que Mateos se ocupaba de difundir información sobre una disciplina científica nueva, que tenía aspectos que los investigadores que trabajaban en ese campo, no habían encontrado cómo aplicarlos.

Para establecer si la energía emitida por los elementos radioactivos provenía de los átomos mismos, o como él lo expresó; era interior o exterior a ellos, hizo una larga discusión un tanto filosófica, que finalmente lo llevó a afirmar que “es lógica consecuencia de la hipótesis según la cual existe en el interior de los cuerpos radioactivos una provisión limitada,

pero enorme, de energía que se agotará por la emisión y con mayor rapidez en aquellos cuerpos en que se manifiesta con mayor intensidad”.

Luego de hablar de la equivalencia entre masa y energía establecida por la Teoría de la Relatividad que conocía bien, como mostró con la publicación que en 1923, hizo del primer texto mexicano que se ocupó de ese tema (véase referencia número 9), trató la “Desintegración de la Materia”, afirmando que ese proceso era de cambio profundo, en el que la “pérdida de energía es, como se ha visto, un fenómeno que se realiza en el seno de los cuerpos, en lo íntimo de su sustancia, en los átomos donde se encuentra almacenada. Al desprenderse debe, pues, producir una modificación en estos elementos constitutivos de los cuerpos, y por consiguiente, una alteración en las propiedades características de cada uno de ellos. De manera que cuando han despedido su provisión de energía, los cuerpos radioactivos mudan de naturaleza y ofrecen las propiedades de cuerpos diferentes”. Debe hacerse notar, que esta afirmación fue hecha por Mateos antes del descubrimiento de la fisión nuclear hecho en 1938 por Otto Hahn y Lise Meitner.

Nuestro autor discutió cualitativamente la inestabilidad de los átomos y su transformación radioactiva, lo que le permitió presentar la Ley de desintegración. En el apartado donde tocó este tema, supuso que los lectores dominaban matemáticas de nivel medio superior, pues planteó la ecuación diferencial del decaimiento como

$$\frac{dc}{dt} = -\lambda c$$

en la que c es el número de núcleos presentes en la muestra radioactiva al tiempo t . Esta ecuación significa que la tasa de decaimiento es proporcional al material decayente e inversamente proporcional al tiempo. Después de considerar las mediciones experimentales que muestran que en todos los casos, el decaimiento radioactivo tiene un comportamiento logarítmico en el tiempo, presentó la solución como

$$c = c_0 e^{-\lambda t}$$

donde c_0 es el número de átomos en el instante inicial y λ la constante de decaimiento, que tiene un valor diferente para cada elemento radioactivo. Del análisis que hizo de estas ecuaciones, introdujo el concepto de *vida media* y para ilustrarlo, realizó algunos cálculos con los que determinó el valor de ese parámetro para elementos como el radio y el uranio.

El siguiente tema del que se ocupó, fue la transmutación de los cuerpos radioactivos. En esta sección comentó -recurriendo a dibujos sencillos- las transformaciones que sufren las familias del uranio, del radio, del actinio y del torio cuando emiten energía y/o partículas materiales. Concluyó esta parte haciendo algunas reflexiones sobre la posible obtención de energía, que podría lograrse, de hallar métodos prácticos para transformar controladamente los átomos, escribiendo que “si, pues, pudiéramos aumentar artificialmente la velocidad de desprendimiento de la energía interna de un cuerpo de esa clase, desintegrarlo y con ello hacer su rápida transmutación, resolveríamos al mismo tiempo dos gran-

des problemas, el muy antiguo de los alquimistas, y el modernísimo y más apremiante en el porvenir: apoderarnos de la energía que los cuerpos encierran”. Nuevamente para entender, valorar y poner en contexto histórico este párrafo escrito por nuestro autor, debe recordarse que lo escribió en 1930, fecha en que investigadores como Hahn y Meitner teorizaban sobre la posibilidad de la fisión nuclear [15]. Mateos terminó la sección inicial de su libro, con una explicación general sobre la Tabla Periódica, que aprovechó para tratar conceptos como los de valencia, número atómico, isótopos e isóbaros.

En la segunda parte, escribió acerca de lo que entonces se sabía de forma general sobre la constitución de los átomos. Su explicación sobre las propiedades eléctricas del electrón y del protón, le sirvieron de preámbulo para introducir al lector en el modelo atómico de Rutherford. Habló entonces de los experimentos de bombardeo de delgadas láminas de oro con partículas α , que ese investigador realizó y lo que significaron los resultados que obtuvo en el proceso de comprensión de la estructura interna de los átomos. Por esa razón, Mateos explicó las diversas trayectorias que dichas partículas sufrían al acercarse o incidir sobre el núcleo atómico. Aquí introdujo la idea de campo de fuerza nuclear y con amplitud se refirió a los estudios que entonces se realizaban con la Cámara de Wilson para visualizarlas indirectamente, mostrando una fotografía de las trazas que se obtenían con esos aparatos. Volvió a ocuparse de los isótopos y los isóbaros, hablando del fenómeno de ionización, pero ahora lo hizo en términos de la estructura de los átomos y de las partículas que los constituyen.

Aunque desde al menos 1924 se había hablado de la posible existencia de una partícula neutra en el núcleo atómico [16], cuando Mateos escribió su libro no conocía esa información. En 1930 cuando lo redactó, faltaban dos años para que James Chadwick propusiera -en un artículo magistral por su importancia y brevedad- la existencia del neutrón [17]. Ante el desconocimiento de esa partícula, nuestro autor tuvo dificultades para entender y explicar la existencia de un núcleo estable formado por protones, que por su carga eléctrica, tenían que repelerse. Se puede apreciar esa actitud cuando hizo referencia a las propiedades nucleares, pues escribió que “cuando por causas enigmáticas hasta el presente, se altera la constitución eléctrica del núcleo al emitir cargas positivas o negativas, como acontece en los cuerpos radioactivos, el átomo se trasmuta en otro de naturaleza diferente”. A pesar de esa limitante, dedicó varios párrafos de su libro para tratar la desintegración artificial del núcleo atómico, hablar de su estabilidad, así como de la desintegración espontánea de los elementos radioactivos.

El siguiente tema del que se ocupó, fueron los rayos X y sus propiedades, hablando en especial de su difracción y de la importancia que tenían en el estudio de la estructura de los cristales. Se refirió a los espectros producidos por ese tipo de radiación, mencionando la existencia de tres series de líneas espectrales, denominadas K, L y M y trató los picos de fluorescencia que las caracteriza, enunciando la Ley de Moseley

como “la raíz cuadrada de la frecuencia en las rayas de los espectros de las series K, L y M de los rayos X, es prácticamente proporcional al número atómico del cuerpo que los emite”.

Expuso a continuación la “Teoría de los Tantos”, que fue como Mateos llamó a la teoría de Planck relativa a los *quanta*. En esta parte de su libro se ocupó del Efecto Fotoeléctrico y de las generalidades de la teoría cuántica, escribiendo que “la energía emitida por un generador que vibra, no puede variar de manera continua; es una cantidad discreta que varía por dosis definidas, invisibles, que Plank llamó tantos y son, por consiguiente, las mínimas cantidades de energía que puede absorber o emitir un electrón. El tanto de energía depende de la frecuencia de la vibración u oscilación generadora y se mide por el producto de ésta por una cantidad que se acostumbra expresar por h y se considera como una constante universal”.

Finalmente Mateos se refirió a la teoría atómica de Bohr, ocupándose con cierto detalle del modelo de átomo ideado por el físico danés, compuesto por un núcleo central relativamente masivo, en torno al cual giran los electrones en órbitas circulares estables que no pueden tener radios arbitrarios; partículas con carga eléctrica negativa y masa mucho menor que la del núcleo. Nuestro autor insistió que “el punto capital de la teoría es que mientras el electrón permanece en una de esas órbitas, guarda un estado indiferente en que no absorbe ni emite energía, y persiste en esa especie de equilibrio dinámico en tanto no viene una causa extraña a turbarlo y a expulsar al electrón haciéndolo saltar a otra órbita”. Sobre este particular, indicó que los cambios de órbita son los que producen los espectros caracterizados por líneas bien definidas, que se manifiestan en series como las de Balmer, Lyman y Paschen, por lo que en esa sección de su libro, presentó la ecuación general que permite determinar la frecuencia n de las líneas espectrales producidas por el átomo de hidrógeno, que escribió como

$$n = N \left(\frac{1}{m'^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

en la que N es una constante; m' el número de la órbita más interior a la cual llega finalmente el electrón: 1, en la serie de Lyman; 2, en la de Balmer; 3 en la de Paschen, y m , el número de las diversas órbitas de donde parte. Bajo este esquema, nuestro personaje discutió el tamaño del átomo, hablando de las dimensiones que las órbitas descritas por los electrones pueden alcanzar en condiciones de alto vacío, como el que se encuentra en el medio interestelar. A continuación, mencionó lo que ahora se llama niveles metaestables del átomo, explicando lo que pasa en gases a baja presión. En un libro de divulgación como el escrito por Mateos en 1930, resultaba notable esa referencia, pues apenas dos años antes, Ira Bowen había demostrado que unas líneas que desde 1865 se identificaron en el espectro de las nebulosas interestelares como producidas por el *Nebulio*; elemento químico inexistente en la Tierra, en realidad eran líneas prohibidas originadas en niveles metaestables de átomos ionizados de oxígeno y de nitrógeno, que no podían ser observadas en los laboratorios

terrestres, debido a que sus probabilidades de transición son muy pequeñas en condiciones normales, lo que no es el caso para el gas presente en esas nebulosas, que es de muy baja densidad [18].

Al referirse a la multiplicidad que presentan las líneas espectrales, Mateos mencionó la generalización que Sommerfeld hizo en 1916 del modelo atómico de Bohr, con el fin de resolver el desacuerdo entre teoría y trabajo experimental, señalando que fue logrado por ese físico alemán, con la introducción de órbitas elípticas y movimiento relativista de los electrones. Nuestro autor insistió que ese nuevo enfoque, permitía entender adecuadamente el desdoblamiento observado, poniendo en consonancia las frecuencias calculadas con las observadas. Con esta discusión, Juan Mateos concluyó su libro.

4. Comentarios

Aunque ahora puede considerarse el texto del ingeniero Juan Mateos como una obra elemental ya superada, debe tomarse en cuenta que surgió en un momento de nuestra historia científica, cuando realmente el estudio de las disciplinas físico-matemáticas no se había profesionalizado en este país. Además, los temas que trató eran en realidad novedosos y estaban en proceso de investigación, pues por ejemplo, no se había demostrado la existencia del neutrón, partícula fundamental para entender la estabilidad de los núcleos atómicos, lo que en el caso que nos ocupa, causó problemas al autor del *Compendio de los fenómenos de la Radioactividad* para comprender y explicar la constitución interna de los átomos. Tampoco se había descubierto la fisión nuclear y las graves consecuencias y peligros que el trabajo con sustancias radioactivas conlleva, pues aún no se conocían a ciencia cierta las consecuencias de estar expuesto a su acción. En general la lectura de este libro muestra lo actualizado que se hallaba Mateos al escribirlo, lo que es notable, pues en su tiempo aunque había publicados ya muchos artículos en revistas especializadas, no abundaba la literatura donde se divulgaran esos conocimientos. Por ejemplo, en 1910 Madame Curie había publicado su *Traité de radioactivité* y no fue hasta 1933 cuando publicó *Les rayons α, β, γ des corps radioactifs en relation avec la structure nucléaire*, mientras que su libro *Radioactivité* escrito en colaboración con Irene Joliot-Curie y Frédéric Joliot, apareció hasta 1935. Niels Bohr publicó en 1922 *The Theory of Spectra and Atomic Constitution*, mientras que su libro *Atomic Theory and the Description of Nature*, apareció hasta 1934 y Louis de Broglie por su parte, publicó en 1937 su texto informativo *La Physique Nouvelle et les Quanta*.

Al realizar una búsqueda de obras similares a la de Mateos publicadas en la misma época en países de habla hispana, no se encontró ninguna, por lo que es probable que el *Compendio de los fenómenos de la Radioactividad*, sea el primer libro sobre estos temas que vio la luz en nuestra lengua, aunque debe aclararse que en otras naciones que tienen al español como idioma oficial, hubo interés por estas disciplinas desde

inicios del siglo XX. Por su cercanía a los centros donde se realizaron los primeros descubrimientos sobre la radioactividad y la estructura atómica, España resulta idónea para comenzar a averiguar si ahí se produjo algún texto sobre esas materias. Desde 1903 el catedrático José Manuel del Castillo mostró interés por las propiedades de los elementos radioactivos, logrando crear el primer laboratorio español dedicado a esos estudios [19], donde enfocó sus trabajos a investigar los efectos que las sustancias radioactivas tenían sobre los seres vivos. A partir de 1909 esa institución inició la publicación del *Boletín del Laboratorio de Radioactividad* en el que fueron apareciendo las investigaciones realizadas en ese centro, así que se trató de una revista que no fue de divulgación. Entre las naciones latinoamericanas también hubo un temprano interés por esa área del conocimiento. En 1904 en Venezuela el químico Antonio Pedro Mena publicó en una revista de esa nación algunas generalidades sobre la radioactividad [20]. Cinco años después Alfredo R. Damirón presentó en la Universidad Central de ese país, la tesis *Radiaciones penetrantes*, con la que obtuvo el grado de Bachiller y en la que se ocupó de algunos fenómenos asociados con la radioactividad [21], pero no con carácter divulgativo. A pesar de esos trabajos, para 1912 ni esta disciplina ni la Teoría de la Relatividad tuvieron repercusión alguna en los cursos de física que entonces se impartían en Venezuela (Op. cit. en [20], p. 16), situación que comenzó a cambiar hasta el decenio de 1940. En Colombia, la élite científica formada principalmente por ingenieros, “aceptó la interpretación que se propuso de la radioactividad, como desintegración de un átomo tenido por indestructible. También se asimilaron la hipótesis nuclear de Rutherford y el modelo atómico de Bohr” [22], pero otras ideas y conceptos importantes de la física moderna no fueron aceptados en las primeras etapas de su recepción en esa nación [23], sino hasta bien entrado el siglo XX, por lo que es improbable que en Colombia se hubiera escrito y publicado un libro como el que aquí nos ocupa. Un caso bastante diferente fue el de Argentina, donde la física se convirtió en disciplina independiente de las ingenierías desde los albores de ese siglo. En 1906 fue creado el Instituto de Física de la Universidad Nacional de la Plata [24] y se propició la contratación de profesores extranjeros. En esta etapa la contribución de mayor importancia de los físicos argentinos fue a la enseñanza [25], lo que llevó a que en ese tiempo se publicaran notas y artículos sobre la estructura de la materia, la radiación y acerca de la Teoría de la Relatividad, que tuvieron difusión en revistas científicas de la localidad, que no fueron publicadas para un público amplio; ese fue el caso de la serie de conferencias que entre 1910 y 1915 dictó el físico-matemático francés Camilo Meyer, que aparecieron en los *Anales de la Sociedad Científica Argentina* en ese último año, bajo el título “La radiación y la teoría de los quanta”, que posteriormente apareció en forma de libro y aunque esta obra surgió antes que la de Mateos, por su alcance y enfoque, no puede considerarse como un texto de divulgación. Al comenzar el siglo XX, Chile también transitó por el camino que convertiría a la Física en una disciplina independiente

de las ingenierías. Para lograrlo se contrató profesorado extranjero -especialmente de origen alemán- que comenzó una lenta labor de transformación. En 1903 llegó a ese país el Dr. Wilhem Ziegler, con quien la enseñanza de esta ciencia se moderniza, tratando de emular a la que se impartía en institutos y universidades de Alemania [26]. Dos décadas después había surgido gran interés por la actividad científica en Chile. En 1928 el notable físico francés Paul Langevin, impartió varias conferencias sobre las novedades de esta disciplina, motivando que profesores chilenos hicieran un gran esfuerzo por dar a conocer entre un público amplio, lo que estaba ocurriendo en el mundo sobre el estudio de la nueva física. Fue así como Ramón Salas Edwards publicó en 1930 en Santiago de Chile *Teoría de la Relatividad: Conferencias de Divulgación*, mientras que en 1936 el profesor de Físico-Química Pablo Krassa publicó el folleto *Las ideas modernas sobre la materia y la energía* [27]. Para concluir este párrafo, debe mencionarse al peruano Santiago Antúnez de Mayolo, quien durante el III Congreso Científico Panamericano, realizado en Lima, Perú, entre el 25 de diciembre de 1924 y el 5 de enero de 1925, expuso un trabajo titulado “Hipótesis sobre la constitución de la materia”, donde se afirma que presentó la idea sobre la existencia del neutrón [28], pero este trabajo no tuvo resonancia en el mundo de la física profesional, pasando desapercibido para la comunidad internacional. Una historia que se ha repetido varias veces en nuestros países.

La información del apartado anterior, apoya la afirmación que se hizo sobre que el texto de Mateos, es el primero en su tipo en lengua española, sin embargo un investigación sobre el desarrollo de la Física en nuestros países, bien podría arrojar información que hiciera cambiarla, pero un trabajo de esa magnitud, que sin duda dará resultados muy interesantes, está fuera del objetivo de este artículo.

A finales de la década de los treinta, con la creación de la Facultad de Ciencias y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, surgieron los primeros físicos profesionales formados en esta nación. En aquellos primeros años, la Licenciatura de Física tuvo varios planes de estudio [29], en los que la materia de Física Atómica, comenzó a ser impartida hasta 1939 y correspondía al cuarto año de la carrera. Su profesor fue el Dr. Alfredo Baños, quien también fue el primer director del Instituto de Física de esta universidad [30]. Para ese curso, Baños publicó en 1941 un controvertido libro (ver referencia [3], pág. 65), que tituló *Temas Selectos de Física Atómica* [31], que después del de Mateos, fue el único sobre esta materia publicado en México en esa etapa pionera. Esa disciplina volvió a exponerse por escrito en forma muy breve, como parte del primer texto de Astrofísica que se publicó en este país, lo que ocurrió en 1951 [32], titulado *La Nubes de material interestelar*, escrito por el ingeniero Luis Rivera Terrazas, quien incluyó el capítulo *Elementos de Física Atómica*, aunque debe decirse que en esa ocasión, ese libro no era de divulgación, pues estaba dirigido a los estudiantes de Astronomía y Astrofísica de la Licencia-

tura de Física de dicha universidad, que era un grupo muy reducido.

El interés que la Física Atómica y Nuclear generaron en México al finalizar la década de 1930, fue coincidente con la fundación de la Facultad de Ciencias en 1938 y del Instituto de Física en 1939, pero además, también se acrecentó indirectamente porque en ese año, se inició en Europa la Segunda Guerra Mundial, que como es bien sabido, por razones de aplicación militar motivó un impresionante desarrollo de la teoría y la parte experimental de esas disciplinas. Al término de ella, el gran público recibió mucha información sobre los fenómenos relacionados con los átomos. En el caso de México también se dio ese fenómeno informático, sobre todo en el contexto de la guerra fría y la frecuente detonación de armas nucleares de prueba. En 1946, el Dr. Nabor Carrillo, quien era uno de los mexicanos que trabajaban para lograr que nuestro país participara en esas áreas del conocimiento, fue invitado por el gobierno estadounidense a presenciar las pruebas atómicas que realizaría en el Atolón de Bikini, situado en el Océano Pacífico [33]. La información que entonces recibió el público mexicano sobre Física Atómica y Nuclear, fue a través de libros extranjeros que habían sido traducidos al español. En buena medida por la novedad de esos temas, fue que los planes de estudio que la Secretaría de Educación Pública implementó al comenzar los sesenta, se ocuparan brevemente de esas materias. En efecto, en los libros de texto que entonces se usaron para el curso de Física en el nivel de Secundaria escritos por autores mexicanos, se habló de la teoría de los cuanta, de la radioactividad, así como de las propiedades de los rayos α , β y γ [34].

Para concluir, queremos señalar que habrían de transcurrir cincuenta y cinco años desde la aparición del libro del ingeniero Juan Mateos, para que en México surgiera otro texto similar, ahora escrito por Silvia Bulbulian [35], formando parte de la interesante colección *la ciencia para todos*, que una editorial mexicana puso en marcha en 1986 para difundir el conocimiento científico, sobre todo entre los jóvenes. Ojalá haya más acciones como la de esos autores, pues si se quiere que los jóvenes de nuestro país se interesen por la ciencia, lo primero que hay que hacer es mostrarles que hay mexicanos que están haciendo ciencia y que son capaces de difundir el conocimiento que están generando.

Agradecimientos

Se agradece al Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME), de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo otorgado a través del proyecto PE100117, para investigar y publicar estudios sobre el desarrollo que las Ciencias Exactas tuvieron en México durante el periodo colonial y el primer siglo independiente. Igualmente quiero agradecer los comentarios que recibí de un árbitro anónimo, que sin duda permitieron mejorar este trabajo.

1. M. A. Moreno Corral, *Ciencia* **59** (2008) 68-77.
2. M. A. Moreno Corral, *Rev. Mex. Fís. E* **50** (2004) 74-80.
3. R. Domínguez Martínez, *Física Nuclear en México 1933-1963*, Universidad Nacional Autónoma de México, 2000.
4. G. Gamow, *Biografía de la Física*, Salvat Editores, S. A. Navarra, España, 1971, pp. 174-176.
5. A. Udías Vallina, *Historia de la Física de Arquímedes a Einstein*, Editorial Síntesis, Madrid, 2004.
6. C. A. Reichen, *Historia de la Física*, Editorial Continente, S. A. Madrid, España, 1965, pp. 108-110.
7. S. Prieto, "La Teoría de la Relatividad", *El Maestro*, Revista de Cultura Nacional. tomo I, núm. IV, México, 1921.
8. M. de la P. Ramos Lara, "En torno a la Relatividad en la biblioteca de la Sociedad Científica Antonio Alzate. En *La Relatividad en México*, Universidad Nacional Autónoma de México. 2008, pp. 21-33.
9. M. A. Moreno Corral, *Rev. Mex. Fís. E* **63** (2017) 56-62.
10. A. M. Lewicki, *Radiology* **223** (2002) 299.
11. J. Mateos, *Compendio de los fenómenos de la Radioactividad y nociones sobre la Constitución de la materia*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1932, pp. 1-80.
12. C. H. Cruz Manjarrez, *Reseña histórica del Instituto de Física. Primera etapa 1938-1953*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1975, pp. 5-12.
13. J. C. Gallardo Pérez, J. M. Lozano Mejía, M. de la P. Ramos Lara, *CIENCIA ergo sum* **12-1**, (2005) 97-104.
14. Manuel Sandoval Vallarta *Obra Científica*, recopilación, preámbulo e introducción Alfonso Mondragón y Dorotea Barnés, UNAM/INEN, México, 1978.
15. R. Lewin Sime, Lise Meitner, *A Life in Physics*, University of California Press, 1996.
16. ciencias.pe/santiago-antunez-mayolo. Consultado el 30 de abril de 2018.
17. J. Chadwick, *Nature* **129** (1932) 312.
18. D. H. Karttunen *et al. Fundamental Astronomy*, Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 1996.
19. N. Herran, *Investigación y Ciencia* (2009) 9-10.
20. Y. Freites, *Saber y Tiempo* **5** (2004) 7-40.
21. Ver los *Anales de la Universidad Central de Venezuela*, vol. X(2), pp. 297-335, Caracas, 1909.
22. R. Martínez Chávez, "La recepción de la física moderna en Colombia. *Saber y Tiempo* vol. **5** No. 18, Universidad de San Martín, Buenos Aires, 2004.
23. R. Martínez Chávez, "Einstein y su recepción en Colombia". *Praxis Filosófica*, no. 22 Cali, Jan/Jun 2006.
24. A. Gangui; E. L. Ortiz, *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. **4**, n. 2, pp. 201-218, Rio de Janeiro, jul-diez 2011.
25. E. L. Ortiz; H. Rubinstein, "La Física en la Argentina en los dos primeros tercios del siglo veinte: algunos condicionantes exteriores a su desarrollo". *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. **2**, n. 1, pp. 40-81, Rio de Janeiro, jan-jun 2009.
26. C. Guitiérrez and F. Gutiérrez, *Historia* **2** (2006) 477-486.
27. P. Krassa, *Las ideas modernas sobre la materia y la energía*, Prensas de la Universidad de Chile, Santiago, (1936).
28. A. Zúñiga Gamarra, (Congreso de la República de Perú, 18 de mayo de 2012). <https://es.slideshare.net/Jose310781/santiago-antunez-mayolo>. Consultado el 17 de mayo de 2018.
29. L. Plascencia Gaspar, M. de la Paz Ramos, J. M. Lozano Mejía, *Perfiles Educativos* **XXXIII** (2011) 155-175.
30. C. A. Menchaca, "La física en México. Los temas y las instituciones". En: *Las ciencias exactas en México*, Cap. III, Fondo de Cultura Económica, (México, 2000).
31. A. Baños, *Temas Selectos de Física Atómica*, Sociedad Editora de Apuntes. (México, 1941).
32. L. Rivera Terrazas, *Las Nubes de Material Interestelar*, Dirección de Geografía y Meteorología. Tacubaya, D. F., 1951.
33. E. Esqueda Blas, M de la P. Ramos Lara, *Quipu* **15** (2013) 292-296.
34. E. Contreras Campos, *Física General* tomo I, Editorial Herrero, S. A. México, 1962, pp. 555-585.
35. S. Bulbulian, *La Radioactividad*. La ciencia para todos/42, Fondo de Cultura Económica. México, 1987.