



Acta Universitaria

ISSN: 0188-6266

actauniversitaria@ugto.mx

Universidad de Guanajuato

México

Sierra Lozada, Rodrigo

Niels Bohr

Acta Universitaria, vol. 18, 2008, pp. 36-39

Universidad de Guanajuato

Guanajuato, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41630176008>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Niels Bohr

Rodrigo Sierra Lozada\*

García-Colín S. Leopoldo, Mazari Marcos, Moshinsky Marcos, *et.al.*, Niehls Bohr: Científico, Filósofo, Humanista, México: (SEP; FCE; CONACYT), 2002. (Colección La Ciencia desde México; 14).

Honorífica

Mención

Parece mentira, en sólo trece años, tres hombres lograron revolucionar el concepto de la física que se tenía en el siglo XIX.

Uno establece el concepto del cuanto al resolver el problema de la catástrofe ultravioleta, el segundo introduce la idea de la dualidad de la luz y el tercero concibe un modelo atómico fuera de lo conocido por la física clásica, y permite comprender la Tabla Periódica de Elementos.

Tres científicos que hicieron importantísimas aportaciones con diferentes posiciones; Max Planck dijo: “Para introducir novedades uno debe proceder de la manera más conservadora posible”<sup>1</sup>. Albert Einstein tuvo una actitud totalmente contraria, exponiendo en su trabajo de 1905 sobre el efecto fotoeléctrico, no sólo la dualidad de la luz, sino que postuló la cuantización del impulso del fotón; pero tras este trabajo abandonó la ciencia que había originado con sus ideas. Sin embargo, Niels Bohr, después de haber concebido su modelo atómico, explicó la radiación originada en el espectro del hidrógeno; estableció los principios de correspondencia y de complementariedad con los cuales se da origen a la naciente física cuántica, iniciando así el descubrimiento de la estructura subatómica y las leyes que rigen a este campo.

Es, para explicarnos las grandes aportaciones que hizo Niels Bohr a la física y en específico a las áres atómicas, nucleares y cuánticas, que los autores Leopoldo García-Colín S., Marcos Mazari, Marcos Moshinsky, en colaboración con otros autores, nos guían a través de su libro “Niels Bohr: Científico, filósofo, humanista”, en un extraordinario avance por los diversos descubrimientos que dieron origen a las diferentes teorías de Bohr, además de las que él desarrolló en colaboración con científicos contemporáneos.

Lo hacen de una manera en la que las personas interesadas en el tema y con un muy corto conocimiento al respecto sean capaces de entender no sólo los conceptos expuestos a lo largo del libro, sino que hacen que uno mismo se sienta participe de la búsqueda de respuestas, pues plantean los datos obtenidos por los científicos y nos muestran a través de una explicación progresiva las respuestas encontradas. Además de que se exponen algunas anécdotas que hacen mucho más interesante el contenido, viendo la gracia en muchas situaciones por las que pasaron los científicos.

A finales del siglo XIX, las incógnitas acogidas en la física clásica eran escasas y casi se logró un entendimiento completo de todos los fenómenos que se originaban en la naturaleza en una escala al tamaño del hombre o mayor.

\* Colegio México de Celaya, Gto. Escuela Incorporada a la Universidad de Guanajuato.  
<sup>1</sup> Página 41.

Kirchhoff descubrió en aquella época que todos los elementos al ser calentados hasta la incandescencia emiten una serie de líneas de colores que les son características, a lo cual llamó espectro de un elemento. Después postuló la ley que lleva su nombre; ésta dice que un gas absorbe luz de la misma frecuencia de onda que emite al estar incandescente. Y me parece muy lógico, pues al recibir una gran cantidad de energía, en este caso calor, el átomo tiende a emitirla. En la naturaleza, cuando la energía contenida no es mucha, se traspa a los átomos que están rodeándolo, pero cuando existe mucha, el proceso de transmisión por contacto o inducción resultan lentos; entonces, el átomo se ve en la necesidad de transmitirlo por radiación, y que más va a emitir, sino lo que él recibe.

Posteriormente plantea el problema del cuerpo negro, este cuerpo absorbería toda la luz en sus diferentes frecuencias. Al invertir el proceso se emitiría luz en todas sus frecuencias, pero casi toda la energía se gastaría en emitir la luz ultravioleta, de manera que no alcanzaría para producir luz en otras frecuencias; esto es conocido como la catástrofe ultravioleta. Fue hasta que Planck llegó que se pudo explicar este fenómeno, consiguiéndolo al introducir el concepto de los cuantos de energía. Y para armonizar con las leyes ya establecidas, Planck supuso que la energía de cada uno de estos paquetes ( $E_0$ ) es proporcional a la frecuencia ( $\nu$ ):  $E_0 = h\nu$  donde  $h$  es la constante de Planck.

En el año 1905, Einstein dio a conocer sus ideas sobre el efecto fotoeléctrico; para lo cual era imprescindible incluir la naturaleza corpuscular de la luz, llamando a esta partícula fotón. Y no se quedó allí, sino que propuso la cuantización del impulso de esta partícula con la fórmula:  $p = h\nu/c$ .

Contemporáneos suyos eran también Thomson y Rutherford, los cuales habían descubierto el electrón y el protón respectivamente, creando un esquema del átomo en el que se tenía un núcleo con carga positiva y partículas negativas que giraban alrededor del núcleo de una manera que asemeja a los planetas. Pero sus modelos no tomaban en cuenta las leyes de la mecánica y electrodinámica clásicas, ya que de ser así los electrones viajarían en espiral hasta llegar al núcleo, y la materia sería inestable, al grado que no estaríamos aquí desde hace mucho tiempo.

Eugenio Ley Koo habla de que es Bohr quien siguiendo las ideas de Planck y Einstein decide implementar la teoría cuántica a la estructura del átomo. Además, explica cómo se emite o absorbe energía, lo cual es considerado en el Postulado de Estados Esta-

cionarios, donde se dice: “Los átomos existen en estos estados con energías bien definidas, y que la emisión o absorción de radiación están asociadas con transiciones entre dos de esos estados estacionarios”<sup>2</sup>. Esta diferencia de energía se calcula con la siguiente fórmula:  $E_n - E_m = h\nu_{nm}$ , que podemos observar es derivada de la fórmula utilizada por Planck. La segunda suposición que hace Bohr se obtiene del despeje de la fórmula, y dice que se puede calcular la frecuencia de la radiación emitida o absorbida si se divide la diferencia de energía de los estados estacionarios involucrados entre la constante de Planck.

Esta idea de los estados estacionarios me parece muy interesante, ya que el átomo se quedaría sin energía si la emitiera constantemente. Así mismo explica porque los átomos no absorben toda la energía que reciben; es por esto que ciertas energías no son absorbidas por el átomo, dado que no son lo suficientemente grandes como para que el electrón cambie de estado.

Esta estructura al no seguir las leyes estipuladas en la física clásica, fue criticada fuertemente, Thomson, con quien trabajó, no estuvo de acuerdo con la idea, pero al acudir con Rutherford fue aceptada.

Viendo Bohr que las diferencias entre la física clásica y la naciente mecánica cuántica eran extremas, enunció el Principio de Correspondencia; el cual nos dice que las máximas leyes de la física deben de ser independientes del tamaño del objeto físico descrito, de manera que la física clásica debe de considerarse como una aproximación de la física cuántica conforme los sistemas vayan aumentando de tamaño. Éste es uno de los postulados que me parece tiene más valor lógico, pues aun en la física clásica hay factores que se desprecian por la poca interferencia que ofrecen; como Jorge Flores dice: “En el estudio de muchos fenómenos con objetos a la escala del hombre o mayores, aparenta ser cero. En tal caso la energía no viene en cuantos, sino que parece ser continua, como en la mecánica de Newton.”<sup>3</sup> Así mismo dice: “En la vida diaria, cuando los cuerpos se mueven a velocidades muy pequeñas respecto a la luz y tienen masas muy grandes, los efectos relativistas y cuánticos no pueden observarse”.<sup>4</sup> Por eso, reitero que los efectos de la física cuántica no son apreciables en la física clásica, pero esto no implica que no existan estos efectos. Creo que aquí radica el origen de las inquietudes que tenía Einstein respecto a la Física Cuántica; pues no encontraba el factor que uniera todas las realidades de la Física Cuántica con las realidades que él siempre observó.

<sup>2</sup> Página 53.

<sup>3</sup> Página 24.

<sup>4</sup> Página 24.

Posteriormente se modificó el modelo atómico con la ayuda de Sommerfield, quien incluyó orbitas elípticas por parte de los electrones. Después de haber hecho estudios acerca del helio, se postuló el Principio de la Existencia y Permanencia de los Números Cuánticos, reconociendo que las energías asociadas a los estados correspondientes del Helio difieren del Hidrógeno debido a la presencia de otros electrones. Esto por lógica nos lleva a que sucede lo mismo en los átomos con número atómico mayor.

Bohr no sólo estableció el modelo atómico, sino que también explicó las radiaciones que originaban el espectro, en especial de los hidrogenoides, como es el caso de los átomos exóticos con los cuales se estudian las relaciones electromagnéticas y para obtener información acerca de la distribución de cargas en los núcleos.

A estos átomos se les cambia alguna de sus partículas, ya sea un electrón o un protón, por otra partícula de la misma carga, como pueden ser los muones, piones, etc. Los átomos de Rydberg son átomos con estados excitados con números cuánticos muy grandes, así que sus radios son mayores y la ligadura del electrón con el núcleo es muy débil.

Se le presentaron algunos problemas con los átomos que tenían más electrones, pues las radiaciones presentan algunos fenómenos no apreciables en el hidrógeno, pero se pudo percatar de ciertas semejanzas en los elementos pertenecientes a las mismas familias, diferenciándolos en el efecto Zeeman anómalo y el efecto Zeeman normal.

La ciencia no paró en este lugar, sino que continuó explorando el átomo hasta su mismo centro, es decir, el núcleo. En un principio sólo se conocía el protón, y Bohr hizo todos sus trabajos sólo tomando en cuenta esta partícula, pero con posterioridad se descubrió el neutrón el cual simplificaba muchos problemas y explicaba muchas cosas.

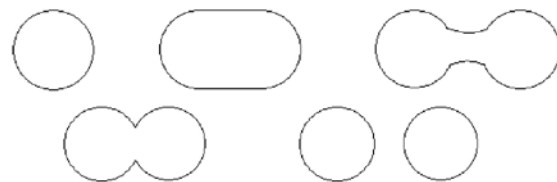
Bohr y otros científicos se daban cuenta de la gran energía que se podía contener en los átomos, por lo cual, comenzaron a experimentar con los núcleos.

En un principio se lanzaban partículas alfa, formando nuevos iones, pero posteriormente con el descubrimiento del neutrón se comenzó a lanzar éste, hallando que algunos átomos pesados se dividían en dos elementos distintos y no contiguos en la tabla periódica.

Con las pruebas se dieron cuenta de que ciertos núcleos no requerían que el neutrón contuviera un

gran nivel de energía, mientras que otros sí. A los neutrones que tenían niveles altos de energía cinética se les llamo rápidos; a los que no, lentos.

La diferencia de energía requerida para fisiónar un núcleo se debe a que si los neutrones y protones se encuentran en número par, el núcleo necesita menos energía para desestabilizarse; como es el caso del  ${}_{92}\text{U}^{236}$ , el cual proviene del isótopo 235, pero al agregarle un número de neutrones se vuelve par. El efecto es contrario cuando el isótopo es par y non, como en el caso del  ${}_{92}\text{U}^{239}$ , entre otros. También los niveles de energía liberados dependen del tamaño del átomo fisiónado.



5

Me parece confuso que los científicos en un principio quisieran fisiónar el núcleo con partículas alfa; como bien se sabe, estas partículas poseen una carga positiva, y al ser lanzado al núcleo no acertaría, pues existe una repulsión electromagnética.

En el proceso de fisión interviene la repulsión electromagnética y la tensión superficial, ya que la repulsión electromagnética disminuye más lentamente de lo que la tensión superficial aumenta, se divide en dos. El proceso se puede observar en la siguiente figura:

Al inicio de la investigación los lanzamientos se hacían en gases, pero después se cambiaron por líquidos, ya que éstos pierden las huellas del proceso con mayor facilidad y su excitación es por un tiempo menor.

Todos estos descubrimientos se hicieron a la luz de la nueva física, la física cuántica.

El concepto que más fue criticado, inclusive por los científicos más destacados, fue el de la concepción de la dualidad, ya no sólo de la luz, sino de la materia.

En febrero de 1927 Heisenberg postuló el Principio de la Incertidumbre, el cual Bohr utilizó para llegar a la conclusión de su Principio de Complementariedad. Este principio consiste en que mientras más se ahonda en el estudio de uno de los elementos que conforman la dualidad de materia, más se reduce la percepción que se tiene del otro y, al verlo en el sentido inverso, sucede exactamente lo mismo; por lo cual, se deduce

<sup>5</sup> Página 92.

que cada una de sus naturalezas actúa en un área distinta, de manera que se complementan ambas.

Al finalizar el libro, podemos encontrar una plática entre varios autores; la cual, a diferencia del resto del libro, tiene un lenguaje mucho más técnico. Por lo tanto, el entendimiento del contenido, en lo personal, me pareció más difícil que en otras partes.

Tengamos también en consideración que la física cuántica es un campo relativamente nuevo, si lo comparamos con la física clásica que ya lleva más de 2000 años, por lo tanto, no nos sorprenda que las teorías expuestas en el aspecto cuántico parezcan erróneas o irracionales. Lo mismo se pensó de Galileo y casi lo ejecutan. Sin embargo, hay gente que no aprende del pasado y se siguen oponiendo a la inminente verdad de la física Cuántica.

Hay un comentario que se hace en el epílogo, que me pareció una convocatoria a la sociedad para que nos entrometamos más a la ciencia. Se hacía la comparación de que en la época de Niels Bohr, la conocida como época de oro de la ciencia, las personas que se

dedicaban a la ciencia, hacían que su vida fuera la ciencia. Hasta a la hora de comer pensaban en ciencia, y, en cambio, en el mundo actual, nos importa mucho más el dinero que podemos recibir.

Queda el ejemplo de Niels Bohr, para todos aquellos que deseen descubrir las verdades de este mundo, descubrir el lenguaje del mundo. Siempre he pensado que el trabajo de un científico es descubrir las palabras con las que nos habla nuestro universo. Niels Bohr dejó una huella imborrable en la ciencia; esa huella que nos impulsa a vivir para descubrir.

Concluyo pues, con las palabras de Albert Einstein:

*“Lo que es tan maravillosamente atractivo de Bohr como científico es su rara mezcla de audacia y precaución. Pocas veces ha habido un investigador que tuviera una intuición tan profunda de los problemas ocultos combinada con un sentido crítico tan desarrollado. Su conocimiento de cada detalle no lo distrae del principio básico subyacente. Es sin lugar a duda uno de los más grandes descubridores científicos de nuestra época.”<sup>6</sup>*

---

<sup>6</sup> Página 12.