

PROPUESTA PARA ABORDAR EL MODELO CUÁNTICO DEL ÁTOMO EN EL BACHILLERATO

SEGARRA ALBERÚ, M. (1); HUERTA ROMERO, V. (2) y ORTÍZ FLORES, M. (3)

(1) FÍSICA. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO psegarra@ciencias.unam.mx

(2) ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
vickyhr90@hotmail.com

(3) FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.
maof@ciencias.unam.mx

Resumen

Objetivo: Dar las bases para abordar el modelo cuántico del átomo a nivel bachillerato.

Marco teórico: Aprendizaje significativo y colaborativo

Metodología: Con la secuencia diseñada y probada en el aula se lleva a los estudiantes al proceso de construcción de los elementos que implican un modelo del átomo: existe, tiene estructura (electrones y núcleo), la estructura electrónica determina todas sus propiedades.

La meta es que los alumnos entiendan que el modelo cuántico explica la física atómica, en particular la tabla periódica. Las estrategias utilizadas consisten en experimentos y simulaciones, trabajo colaborativo, discusión guiada y evaluación de aprendizajes.

Conclusiones: Sin pretender emplear el formalismo de la física cuántica, con esta propuesta la dificultad conceptual para los estudiantes es similar a la de modelos provisionales como el de Bohr.

En los programas de física y química de la Escuela Nacional Preparatoria de México (UNAM 1996), no se aborda la física que se ha construido en los últimos 80 años, en particular el modelo cuántico del átomo, aparentemente por la dificultad conceptual que conlleva comprenderlo y porque no existe una propuesta específica para abordarlo. Sin embargo, en el ambiente de los estudiantes es frecuente el uso del lenguaje de la física cuántica y de la física relativista para referirse a dispositivos tecnológicos modernos, juegos o películas de ciencia ficción. Consideramos que los estudiantes de bachillerato deben saber que este lenguaje tiene un significado dentro de la física contemporánea.

Con la finalidad de presentar a los estudiantes un modelo atómico acorde con la ciencia actual, se ha trabajado en condiciones reales con alumnos de física III (16 años) y física IV (18 años), durante los cursos escolares 2007-2008 y 2008-2009 en el plantel 7 de la Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Con los estudiantes se discuten brevemente los modelos atómicos de Thomson, Rutherford, Bohr y cuántico. Con el apoyo de experimentos cruciales en la física, discusiones grupales y trabajos en casa, se discute como cada uno de los modelos descritos en secuencia histórica explican fenómenos que el modelo anterior no explicaba, para finalmente llegar al modelo actual.

En este trabajo se ha encontrado que aunque ciertamente no es adecuado presentar el formalismo de la física cuántica, no hay problema en discutir con ellos el proceso que llevó a partir de 1925 al modelo atómico vigente. A continuación se menciona de manera general la trayectoria seguida y algunas actividades que la acompañan (Huerta 2007):

- i. Por medio de actividades experimentales con tubos de rayos catódicos (Hecht 1987) se introduce el modelo de Thomson y a través de esta estrategia los alumnos pueden concluir que los átomos tiene estructura.
- ii. Se introduce el modelo de Rutherford con el uso de analogías experimentales y simulaciones de su experimento, concluyendo que el átomo está formado por un núcleo pequeño con casi toda la masa atómica y carga positiva, y por electrones con carga negativa alrededor del núcleo bajo el efecto de la interacción coulombiana.
- iii. Se realizaron actividades con tubos espectrales (Hecht 1987) para abordar el modelo de Bohr, mostrando que los espectros atómicos son característicos de los elementos y son la evidencia experimental en la que se debe basar cualquier modelo atómico. Con este modelo se demuestra que existen diferentes estados para los electrones en los átomos pero sólo se pueden calcular los estados del átomo de hidrógeno.
- iv. Para ir más allá del modelo de Bohr fue necesario introducir el principio de exclusión de Pauli (Hey & Walter 2003) que explica la diferencia entre los espectros de los elementos de la tabla periódica. Para este fin se recurrió nuevamente a los experimentos con los tubos espectrales.

v. A fin de dar otras evidencias de la existencia de los diferentes estados electrónicos de los átomos se recurre a actividades experimentales y de aula. Por ejemplo el Helio, Xenón y Neón, que pertenecen al grupo de los gases nobles, son inertes a pesar de tener un número muy distinto de electrones; mientras que el Neón con 10 electrones y el Sodio con 11 tienen propiedades muy diferentes. Se exhibe la similitud y diferencia entre los elementos de la tabla periódica, construída por los químicos en el siglo XIX y explicada finalmente con la física cuántica en el siglo XX.

Para explicar las diferencias anteriores es necesario conocer los estados electrónicos y cómo están ocupados en los diferentes átomos. Con los modelos vistos hasta ahora no se lograron calcular dichos estados electrónicos. Bohr y Pauli reconocieron que sus trabajos eran provisionales y que no se podía avanzar más dentro de la física clásica. En 1925 surgió la nueva física con la que se logran realizar estos cálculos y así explicar la tabla periódica. Para introducir a los alumnos en esta nueva física la secuencia utilizada continúa como sigue:

vi. Se introduce la dualidad onda-partícula de la materia, indicando que aunque no tiene consecuencias prácticas con objetos macroscópicos, experimentalmente se ha visto que para los electrones sí se manifiesta y conduce al principio de incertidumbre, por lo tanto el concepto de trayectoria desaparece. Para ilustrar este comportamiento se usan experimentos de difracción de partículas y ondas (Hey & Walter 2003) así como simulaciones de difracción de electrones que justifican el carácter ondulatorio de éstos y explican, por ejemplo, el funcionamiento del microscopio electrónico.

vii. Finalmente, se explica que basado en la dualidad onda-partícula Schrödinger propone una ecuación con la que se calculan los posibles estados de los electrones en los átomos descritos por medio de números cuánticos que obedecen reglas muy sencillas. Con esto, el principio de exclusión de Pauli y el concepto de espín es suficiente para justificar el comportamiento de los elementos tal como se presenta en la tabla periódica. A través de actividades de aula, analogías y reconsiderando las actividades señaladas en el punto v, los alumnos utilizan este modelo y logran ver que el modelo cuántico justifica las semejanzas y diferencias entre los elementos.

Resultados

Esta propuesta proporciona el espacio para que los estudiantes observen, analicen y reflexionen sobre alguna experiencia crucial en el desarrollo del modelo atómico por medio de estrategias viables y atractivas. Las observaciones que los estudiantes realizan durante las estrategias son tan valiosas que esta enriquecedora experiencia no debe sustituirse con una descripción verbal por parte del profesor.

Se formaron grupos de 4 a 6 alumnos, los cuales trabajaron de manera seria y responsable, de acuerdo a

sus capacidades y con plena conciencia de la importancia de su papel dentro del equipo, el diálogo entre iguales se desarrolló en un ambiente cordial y de libertad.

Muchas de las descripciones y explicaciones que los estudiantes realizan son acertadas, éstas permiten al profesor revisar y aclarar dudas, identificar ideas erróneas y en función de ellas ajustar la estrategia de enseñanza aprendizaje. Las respuestas proporcionadas nos muestran que el objetivo se cumple.

Conclusiones

Con esta propuesta el docente aborda el modelo cuántico de manera integral. A través de la estrategia los alumnos concluyen que los modelos son un medio que explica parcial o totalmente un fenómeno. El desarrollo histórico propuesto rescata lo que aporta cada uno de los modelos y proporciona las bases para estudiar otros temas de física y química. La evaluación nos permite decir que el material didáctico utilizado fue aceptado y contribuyó a cumplir con el objetivo. Adicionalmente la discusión del modelo cuántico ayuda a la comprensión del funcionamiento de los dispositivos tecnológicos modernos.

La interacción con los estudiantes y el desarrollo de las actividades resultaron de gran interés, contribuyeron a desarrollar sus habilidades y a concretar los conocimientos adquiridos en la enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNAM (1996) <http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/96>
2. Huerta, V. (2007). *Enseñanza de los modelos atómicos en bachillerato*. Tesis de maestría en docencia para la educación media superior (física), UNAM.
3. Hecht, E. (1987). *Física en Perspectiva*. EUA: Addison Wesley Iberoamericana.
4. Hey, T. and Walter, T. (2003) *The new quantum universe*. U.K., Cambridge University Press

CITACIÓN

SEGARRA, M.; HUERTA, V. y ORTÍZ, M. (2009). Propuesta para abordar el modelo cuántico del átomo en el

bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1577-1580

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1577-1580.pdf>