

# CONCEPTUALIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA ATÓMICA, EN ESTUDIANTES DE CURSOS BÁSICOS Y DE LA LICENCIATURA EN QUÍMICA

Rodríguez de A, María A.  
Niaz, Mansoor  
Universidad de Oriente

## Resumen

La enseñanza de la estructura atómica actualmente es muy descriptiva (memorística) y carece de las interpretaciones basadas en la filosofía de la ciencia. El objetivo de este trabajo es comparar las respuestas de los estudiantes de cursos básicos y de la Licenciatura en Química, en las siguientes preguntas: (a) A su juicio ¿qué fue lo más importante de los experimentos de Bohr?; (b) Si los experimentos de Bohr cambiaron el modelo postulado por Rutherford, ¿cree Ud. que Rutherford se había equivocado al llevar a cabo sus experimentos? El estudio está basado en 171 estudiantes de cursos básicos y 94 de la especialidad ( Lic. en Química), estos últimos divididos en tres grupos: un control y dos experimentales. A los grupos experimentales se les suministró información con respecto a los trabajos originales de Thomson, Rutherford y Bohr, y su discusión basada en la filosofía de la ciencia. Los resultados muestran que las respuestas de los estudiantes de cursos básicos y del grupo control no presentan muchas diferencias. Esto nos permite inferir que los estudiantes conceptualizan los experimentos de Thomson, Rutherford y Bohr, de una manera muy diferente con respecto a como estos experimentos fueron interpretados en la filosofía de la ciencia. Con respecto a los grupos experimentales se observó una mayor comprensión del significado de los modelos atómicos. Se concluye que los estudiantes de la especialidad siguen mostrando inconsistencia en sus respuestas de forma similar a los de los cursos básicos. Se concluye que los conocimientos adquiridos previamente (textos tradicionales) y la forma de impartirlos, influye mucho en la conceptualización de los estudiantes. No relacionan, separan y siguen sin interpretar una serie de hechos que han venido a conformar nuestro conocimiento de la ciencia.

**Palabras Clave:** Filosofía de la Ciencia; Estructura Atómica; Enseñanza de la Ciencia

## Abstract

Currently, the teaching of the atomic structure is very descriptive (memoristic) and it lacks of the interpretations based on the philosophy of science. The aim of the paper is to compare the answer of basic course and licenciate students in chemistry, to the following questions: a) in your opinion, what was the most important of Bohr's experiments?, b) if Bohr's experiments change the model postulated by Rutherford, do you think Rutherford had been wrong when he carried out his experiments? The survey is based on 171 basic course students and 94 of the specialty (licenciate in chemistry), the latter being divided into three groups: one control and two experimentals. The experimental groups were given information with regard to the original works by Thomson, Rutherford and Bohr, and its discussion based on the philosophy of science. The results show that answers of the basic course students and those of the control group are not very different. This permits to infer that the students conceptualize Thomson, Rutherford and Bohr's experiments, in a very different way with regard to how these experiments were interpreted in the philosophy of science. With respect to the experimental groups, it was observed a greater comprehension of the

atomic model meaning. It is concluded that the specialty students continue showing incoherence in their answers in a similar way to those of the basic courses. It is concluded that the knowledges previously acquired (tradicional texts) and the way of teaching them, greatly influences in the students' conceptualization. They don't relate or separate and continue without interpreting a series of facts which have come to conform our knowledge of science.

**Key words:** Philosophy of Science, Atomic Structure, Teaching of Science.

## Introducción

La importancia actual de la historia y la filosofía de la ciencia, en el aprendizaje de la ciencia, se pone de manifiesto al realizar una breve revisión bibliográfica (Blanco y Niaz, 1997; Burbules y Linn, 1991; Chinn y Brewer, 1993; Gallagher, 1991; Hodson, 1988; Mathews, 1994; Niaz, 1994, 1998).

El aspecto más importante de este nuevo interés en la investigación de la educación de la ciencia, radica en cómo los estudiantes y profesores, conceptualizan la naturaleza de la ciencia y como esto influye en el entendimiento de la misma (Blanco y Niaz, 1998).

Siegel (1978), ha enfatizado el uso de la historia y filosofía de la ciencia, para señalar que los libros de texto científicos no deben ser considerados herramientas para inculcar en los estudiantes de ciencia los principios y métodos de los paradigmas actuales, sino que los textos deben ser desafíos para los estudiantes.

Chiappetta, Sethna & Fillman (1991), realizaron un estudio sobre libros de texto y concluyeron lo siguiente: Todos los libros de texto de Química de secundaria analizados, le restan énfasis a la ciencia como una forma de pensamiento. Así mismo, Blanco y Niaz (1998) han demostrado que muchos de los estudiantes y profesores universitarios, epistemológicamente, creen que una teoría no ha sido suficientemente comprobada, mientras que una ley científica es universal. La nueva filosofía de la ciencia (Lakatos, 1970), cuestiona esta dicotomía entre teorías y leyes y mas bien sugiere, que la ciencia avanza desde una teoría tentativa a otra, por lo tanto las leyes científicas son 'irrelevantes'.

## Metodología

Este estudio se realizó con 94 estudiantes de la asignatura Química Inorgánica I, los cuales se encuentran en segundo año de Licenciatura en Química, aprobando previamente dos cursos de Química General. Se escogieron dos preguntas del trabajo realizado anteriormente (Blanco y Niaz, 1998) con estudiantes de cursos básicos del IUT de El Tigre y se compararon estos resultados con los obtenidos en el presente trabajo.

A continuación se presentan las dos preguntas seleccionadas:

1. A su juicio ¿ qué fue lo más importante de los experimentos de Bohr?
2. Si los experimentos de Bohr cambiaron el modelo postulado por Rutherford, ¿cree Ud. que Rutherford se había equivocado al llevar a cabo sus experimentos?

Las preguntas fueron suministradas 15 días después de haber finalizado el tema de estructura atómica. Cada grupo de estudiantes pertenecía a semestres diferentes, en el tiempo, con conocimientos previos similares. Al primero de ellos que se denominó “el control”, se le explicaron los modelos muy someramente, indicándoles en el caso del modelo de Bohr, la discrepancia existente entre los textos actuales y los hechos históricos, según los cuales, Bohr desconocía los experimentos realizados con los espectros de los átomos, cuando propuso su modelo.

Posteriormente, con los grupos experimentales, se dedicó mas tiempo a la historia, se leyeron y discutieron en clase, partes de artículos originales de Bohr y Thomson. Se hizo hincapié en el objetivo de Bohr de encontrar a qué se debía la estabilidad del átomo. El objetivo principal de Bohr fue explicar la paradójica estabilidad del modelo del átomo de Rutherford, el cual constituye un rival para la estructura de su propio modelo, (Lakatos, 1970). Se resaltó el trabajo sistemático realizado por cada uno de los investigadores, los cuales en la mayoría de los casos requirieron de complicados cálculos matemáticos y cuyos resultados les llevaron a proponer los diferentes modelos, aportando cada uno de ellos un nuevo peldaño para llegar a la altura de la escalera que representa el conocimiento y el modelo actual. Al mismo tiempo, se le habló de la importancia de no asumir los diferentes descubrimientos o proposiciones, como algo rígido o inamovible sino por el contrario, simplemente la utilización de los mismos para ir resolviendo problemas y abriendo nuevos caminos. De esa manera se puede llegar a nuevas propuestas.

Sin embargo hay que señalar, que no se les suministró material adicional escrito, diferente al de los libros de texto tradicionales, tanto de Química Inorgánica como de Química General a nivel universitario, en los cuales no se tratan, o se hace muy someramente, los detalles históricos de cada uno de los modelos propuestos.

## **Resultados**

El estudio arrojó los resultados mostrados en los Cuadros 1 y 2.

Es importante señalar, que la filosofía de la ciencia ha recalado que el objetivo fundamental de Bohr fue explicar la estabilidad paradójica del modelo de Rutherford (Lakatos, 1970) y no la elucidación de los espectros de los átomos.

**Cuadro 1**

**Comparación de las respuestas de estudiantes de cursos básicos de el IUT de “El Tigre” e Inorgánica I de la UDO, en la pregunta 1.**

<i>Nº</i>	<i>Respuestas*</i>	<i>Cursos Básicos</i> <i>n = 171 #</i>	<i>Inorgánica I (control)</i> <i>n=32</i>	<i>Inorgánica I (experimental I)</i> <i>n=33</i>	<i>Inorgánica I (experimental II)</i> <i>n = 29</i>
1	Estabilidad	4 ( 2 )**	1 ( 3 )	5 ( 15 )	7 ( 24 )
2	Espectros	14 ( 8 )	8 ( 25 )	2 ( 6 )	6 ( 21 )
3	Cuantización	9 ( 5 )	6 ( 19 )	7 ( 21 )	6 ( 21 )
4	Niveles de Energía	24 ( 14 )	7 ( 22 )	9 ( 27 )	5 ( 17 )
5	Órbitas circulares	14 ( 8 )	7 ( 22 )	2 ( 6 )	3 ( 10 )
6	Postulados	2 ( 1 )	-----	2 ( 6 )	1 ( 3 )
7	Ambigua	29 ( 17 )	1 ( 3 )	3 ( 9 )	-----
8	No contestó	36 ( 21 )	2 ( 6 )	3 ( 9 )	1 ( 3 )

- 1 El objetivo de Bohr fue explicar la estabilidad paradójica del modelo de Rutherford.
- 2 El objetivo de Bohr fue la resolución de los espectros.
- 3 Introducción de la teoría cuántica a su modelo.
- 4 Bohr se planteó la existencia de niveles de energía como su principal objetivo.
- 5 Existencia de órbitas circulares.
- 6 Bohr propone una serie de postulados en el planteamiento de su modelo.

\*\* Las cifras entre paréntesis representan porcentajes

# El número total de respuestas no es igual a 171, por el hecho de que había otras respuestas que no eran de interés para este trabajo

## Cuadro 2

### Comparación de las respuestas de los estudiantes de cursos básicos de “El Tigre” e Inorgánica I de la UDO, en la pregunta 2.

Respuestas	Cursos Básicos n = 171	Inorgánica I (control) n = 32	Inorgánica I (experimental I) n = 33	Inorgánica I (experimental II)
Se equivocó	19(11)*	1(3)	3(9)	1(3)
No se equivocó	100(58)	25(78)	24(73)	23(79)
No contestó	52(30)	6(19)	6(18)	5(17)

\*las cifras entre paréntesis representan porcentajes

En el cuadro 1 se observa que las respuestas de los estudiantes, al considerar la estabilidad del átomo como el principal objetivo de Bohr, representan un porcentaje mínimo en los cursos básicos y en el grupo control, sin embargo este porcentaje se incrementa apreciablemente en los grupos experimentales I y II. Al mismo tiempo, los grupos experimentales han disminuido las respuestas ambiguas y son mucho menos los que han preferido no contestar. Esto pudiera indicar que los estudiantes aumentan su receptividad cuando se le suministran las explicaciones de cómo ocurrieron los hechos, lo que podría también indicar un aumento en el grado de madurez.

A continuación presentamos una de las respuestas de los estudiantes a la pregunta 1, del grupo experimental II:

Estabilidad (Respuesta N° 1, ver Cuadro 1)

◆ La estabilidad del átomo era algo muy difícil de “realizar”, primero por las herramientas de ese tiempo y porque los principios de la física estaban cambiando. Bohr fue más lejos que los demás y demostró que el electrón estaba en el átomo en órbitas. Lo cual no fue un error decisivo, sino un peldaño más que abrió la ventana hacia los modelos mejorados. Bohr asumió órbitas circulares como consecuencia de la teoría de Planck, la cual está hecha para ese tiempo para una sola variable, ya que nadie sabía como estaba el electrón en el átomo.

Como se deduce del Cuadro 2, hay una gran diferencia entre el número de estudiantes que no contestaron de cursos básicos y los de Inorgánica, lo que podría interpretarse como una mayor inseguridad de los primeros ante la pregunta, por lo que optan por no contestar. Sin embargo entre el control y los experimentales no hay casi diferencia, lo que puede indicar que persiste la inseguridad ante una pregunta tan sencilla.

Por otra parte, en los grupos de Inorgánica (control y experimentales) ha aumentado apreciablemente el porcentaje de estudiantes que consideran que las propuestas de un investigador pueden ser cambiadas sin que tenga que hablarse de equivocaciones, como ya se ha señalado. Las

respuestas básicamente enfatizan la continuación del trabajo de Thomson por Rutherford para ejorar el modelo, sin mayores implicaciones de si se está refutando o no, la teoría de Thomson.

Las respuestas de los estudiantes no han presentado grandes variaciones con las obtenidas en el trabajo realizado por Blanco y Niaz (1998), aún cuando estos estudiantes tienen un mayor "background" (dos cursos previos de química) que los estudiantes de "El Tigre", aparentemente los conocimientos adquiridos previamente prevalecen, aunado al hecho de que los libros de texto utilizados no han cambiado la perspectiva y todo esto parece dominar sobre las explicaciones y discusiones planteadas en el transcurso del curso de Inorgánica.

Los estudiantes de Inorgánica siguen mostrando inconsistencia en sus respuestas, de forma similar a lo señalado por Blanco y Niaz (1998), oscilan desde una respuesta positivista en una pregunta, a una Lakatosiana en otra. Esto nos induce a pensar que los conocimientos adquiridos previamente y la forma tradicional de impartirlos pesa mucho en su forma de asimilar. No relacionan, separan y siguen sin interpretar una serie de hechos que han venido a conformar nuestro conocimiento de la ciencia. Por ejemplo, algunos de ellos aún cuando han llegado, aparentemente, al conocimiento de la importancia para Bohr, de encontrar el por qué de la estabilidad del átomo, no dudan posteriormente en decir, que el hallazgo de la interpretación de los espectros fue una de las inquietudes mas importantes que se planteó como objetivo. A pesar de que en clase se hizo mucho hincapié en que, cuando Bohr se planteó su modelo, desconocía totalmente los experimentos que se realizaban para elucidar los espectros de los átomos. Se hace necesario señalar que la mayoría de los libros de química general tradicionales analizados, plantean la resolución de los espectros como uno de los principales o el principal objetivo de Bohr (Niaz, 1998).

Con respecto a los resultados de las respuestas a la segunda pregunta, aparentemente, algunos estudiantes comienzan a plantearse, que las propuestas de un investigador en un momento dado, basadas en una serie de planteamientos o experimentos realizados, pueden ser mejoradas o cambiadas posteriormente, sin que por ello tenga que hablarse de equivocaciones o errores cometidos, sino que eso es parte de la evolución de la ciencia. Pareciera que hay una mayor receptividad en los alumnos de Inorgánica en comparación con los de cursos básicos. Sin embargo, podríamos pensar que esta pregunta, aparentemente, requiere de una respuesta más simple, ya que en muchos de los casos se observa la misma **inconsistencia** planteada anteriormente. Por otra parte, sigue existiendo una gran tendencia a que, si un modelo de un científico es cambiado o modificado por otro científico, los estudiantes generalmente consideran que el primer científico cometió errores en sus experimentos, (Blanco y Niaz, 1998).

## Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede inferir que, los estudiantes conceptualizan los experimentos de Rutherford y Bohr, de una manera muy diferente con respecto a como estos experimentos fueron interpretados en la filosofía de la ciencia (Lakatos, 1970). Se concluye que los estudiantes avanzados (Lic. en Química), seguirán teniendo las mismas concepciones sobre el desarrollo científico que los de

cursos básicos, a menos que se haga un esfuerzo para presentar el material basándose en un enfoque de la nueva filosofía de la ciencia.

Tanto en este trabajo, como en el estudio reportado por Blanco y Niaz (1998), se muestra cómo la gran mayoría de los estudiantes interpretan los experimentos de una manera inductivista (positivista). En otras palabras, muchos de los estudiantes y textos plantean que la ciencia avanza a través de los hallazgos experimentales que conducen a generalizaciones inductivistas.

### Referencias

- Blanco, R., y Niaz, M. (1997). Epistemological beliefs of students and teachers about the nature of science: From 'Baconian inductive ascent' to the 'irrelevance' of scientific laws. *Instructional Science*, 25, 203-231
- Blanco, R., y Niaz, M. (1998). Baroque tower on a gothic base: A Lakatosian reconstruction of students' and teachers' understanding of structure of the atom. *Science and Education*, 7: 327-360.
- Burbules, N., & Linn, M. C. (1991). Science education and philosophy of science: Congruence or contradiction? *International Journal of Science Education*, 13, 227-241.
- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H., & Dillman, D. A. (1991). A quantitative analysis of high school chemistry textbooks for scientific literacy themes and expository learnings aids. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 293-295.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1-49 .
- Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-123.
- Hodson, D. (1993). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences, and children's understanding of science: Some preliminary findings. *Interchange*, 24, 41-52.
- Lakatos, I. (1970). 'Falsification and the methodology of scientific research programmes', in I. Lakatos & A. Musgrave (eds.), *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 91-195.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.

María A. Rodríguez de A y Mansoor Niaz

Niaz, M. (1994). 'Enhancing thinking skills: Domain specific/ domain general strategies, A dilemma for science education` . *Instructional Science*, 22, 413-422.

Niaz, M. (1998). From cathode rays to alpha particles to quantum of action: A rational reconstruction of structure of the atom and its implications for chemistry textbooks. *Science Education* , 82: 527-552.

Siegel, H. (1978). Kuhn and Schwab on science texts and the goals of science education. *Educational Theory*, 28, 302-309.

#### **Los Autores**

María Rodríguez

mrodrig@cumana.sucra.udo.edu.ve

Mansoor Niaz

mniaz@cumana.sucra.udo.edu.ve

Universidad de Oriente

Núcleo Sucre,

Departamento de Química

Apartado Postal 90, Cumaná 6101-A

### **Datos de la Edición Original Impresa**

Rodríguez, M. y Niaz, M. (1999, Diciembre). Conceptualización de la estructura atómica, en estudiantes de cursos básicos y de la Licenciatura en Química. *Paradigma*, Vol. XX, N° 2, Diciembre de 1999. / 133-144.