

# LA PROPUESTA DE ERNEST RUTHERFORD EN LOS LIBROS DE TEXTO EN COLOMBIA.

## Un análisis desde la historia de las ciencias y la visión de transposición didáctica en ellos

CUÉLLAR<sup>1</sup>, L., PÉREZ<sup>2</sup>, R. y QUINTANILLA<sup>3</sup>, M.

<sup>1</sup> Magíster en Docencia de la Química. Estudiante Doctorado en Educación Pontificia Universidad Católica de Chile. <luigicuellar@yahoo.com>

<sup>2</sup> Profesor Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional <royman@uni.pedagogica.edu.co>

<sup>3</sup> Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Pontificia Universidad Católica de Chile. <mquintag@puc.cl>

---

**Palabras clave:** Transposición didáctica, Historia de las ciencias; Enseñabilidad; Libros de texto.

### OBJETIVOS

En el presente trabajo de investigación se quiso determinar como objetivo general si existen relaciones conceptuales entre lo planteado por Ernest Rutherford y los contenidos correspondientes presentados en los libros de texto seleccionados, desde los respectivos análisis histórico-epistemológicos específicos, y como objetivos específicos, el indagar por los libros de texto más usualmente empleados por los profesores de química de las Facultades de Formación de Profesores de dos Universidades y de algunos Colegios e identificar el concepto de modelo atómico de Rutherford que se presenta en los libros de texto utilizados en las instituciones referidas.

### MARCO TEÓRICO

Uno de los problemas que se formula dentro de la nueva didáctica de las ciencias experimentales, tiene que ver con la solución a las preguntas ¿Qué ciencia se enseña? Y ¿Desde dónde se enseña? Ellas, remiten en Principio a las intencionalidades curriculares y a los contenidos de los libros de texto, desde los cuales los profesores en ejercicio socializan las ciencias dentro del sistema educativo curricularizado. Si bien, como se demostrará más adelante, la transposición didáctica, no necesariamente conduce a la elaboración de tales libros de texto, es ella la que media como proceso entre la ciencia que practican los científicos y las que se trabajan en las instituciones educativas.

De acuerdo con lo anterior, dentro del conjunto de problemas que formulan e intentan resolver los especialistas en didáctica de las ciencias, el constituido por los interrogantes formulados anteriormente hace parte de los que han de resolverse desde la rigurosidad investigativa, en virtud de que la clase de aproximación que los estudiantes de un país tengan hacia las ciencias y los procesos mediante los cuales ellas se producen y desarrollan, dependerán de la clase de transposición didáctica (Chevallard, 1985) que se lleve a cabo.

Así pues, se pone en consideración de la comunidad de especialistas tanto como de los profesores de química en ejercicio, la problemática que conforma el remitirse a unos textos de enseñanza, sin el análisis de cómo y desde qué posición epistemológica y didáctica hacen del modelo atómico referido, objeto de trabajo en el aula.

Para los autores del presente trabajo de investigación, como es señalado por Díaz (2003), el reconocimiento del ámbito científico conlleva el reconocimiento del ámbito socio-histórico-cultural en el que se presentan las interacciones entre los investigadores, de lo cual se deriva la relevancia del conocimiento de la historia y la filosofía de la ciencia en general, y en nuestro caso, de la química en particular, identificando las complejas y persistentes transformaciones como consecuencia de la natural creación de nuevo conocimiento científico en la disciplina (Quintanilla, 2004) y a su vez, identificar los obstáculos epistemológicos que han permitido la formulación de nuevas propuestas a partir de las cuales deviene su avance.

Un elemento que puede formularse, que emerge del reconocimiento de la importancia del trabajo en el aula teniendo en cuenta el acceso a documentos originales, es el referente a La confiabilidad de los libros textos. En el sistema educativo colombiano, el libro de texto se ha convertido en el material más utilizado como modelo de currículo, tal y como lo demuestran los resultados obtenidos por una investigación adelantada en algunas Universidades colombianas (Corena<sup>1</sup>), en ella se establece que el 75% de los profesores entrevistados señaló que obtienen el material de enseñanza a partir de un libro de texto guía.

Este componente, la confiabilidad de los textos, emerge del análisis que puede establecerse entre el conocimiento científico, presentado en los artículos originales, propuestos por sus autores en sus contextos de creación y el conocimiento escolar, recogido en los textos escolares. En este campo, según se ha establecido en forma más profunda en la revisión de los antecedentes, se han adelantado análisis de textos, desde diferentes perspectivas y con diferentes objetivos (Ibarra y Gil;<sup>2</sup> Gándara, Gil y Sanmartí;<sup>3</sup> Páez; Muñoz y Bertomeu<sup>4</sup>). Es importante reconocer, que los libros de texto han sido y son el material curricular más utilizado en la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos (Prat e Izquierdo, 2000). Sin embargo, la investigación educativa no le ha prestado la suficiente atención a la función que desempeñan en el desarrollo curricular (Del Carmen y Jiménez Alexandre, 1997).

## DESARROLLO DEL TEMA

En el análisis de la confiabilidad de los libros de texto, se ha encontrado que la ciencia se presenta como una actividad simplificada, individual, absolutista y reduccionista, alejada de una realidad que puede ser considerada a partir del acercamiento al reconocimiento del contexto histórico en el que los científicos presentan sus propuestas. Teniendo como referencia lo planteado anteriormente, se adelantó un trabajo de investigación en el que pudo corroborarse positivamente que en el sistema educativo colombiano, la socialización del modelo atómico propuesto por Ernest Rutherford no obedece a una mirada histórico-epistemológica del mismo. Esta investigación de carácter cualitativo se adelantó en tres fases. En la primera, se realizaron entrevistas personales a los profesores en ejercicio de las instituciones seleccionadas; en la segunda, se analizaron los documentos en los que Rutherford formuló sus propuestas y de aquí se determinaron los diez criterios de análisis y, en la tercera, se elaboró un análisis riguroso sobre la forma como es presentada la propuesta de Rutherford en los libros de texto seleccionados, teniendo como referente los criterios establecidos.

1. Corena, J. (2002). 20 preguntas a la enseñanza de las ciencias naturales en la universidad colombiana. Una aproximación al trabajo cotidiano del docente en las aulas. *Revista Educación en Ciencias e Ingeniería*. Vol. 1 N° 2. p 3-11.

2. Ibarra, J. y Gil, J. (2001) Análisis de la transposición didáctica de la sucesión en los ecosistemas en los libros de texto de la ESO: Implicaciones en las concepciones sobre la conservación de la naturaleza. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra VI congreso.

3. Gándara, M., Gil, M. y Sanmartí, N. (2002) Del modelo científico de <adaptación biológica> al modelo de <adaptación biológica> en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 303-314.

4. Muñoz, R. y Bertomeu, J. (2003) La historia de la ciencia en los libros de texto: La(s) hipótesis de Avogadro. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), 147-159.

Así pues, a partir del estudio histórico-epistemológico de los documentos originales en los que Ernest Rutherford presentó su propuesta sobre la estructura del átomo, se elaboró el instrumento para la recogida de datos, en el que se incluyen los diez criterios (anexo 1), clasificados en cinco categorías de análisis (anexo 2), a partir de lo cual pudo establecerse la imagen de ciencia que se socializa en el sistema educativo colombiano. Para tal efecto, se seleccionaron quince libros de texto, diez de Educación Superior, los más utilizados en las Universidades Pedagógica Nacional y Distrital de Bogotá (U1 a U10) y cinco de Educación Media (S1 a S5). Para cada uno de esos libros de texto se elaboró un análisis riguroso sobre la forma como es presentado la formulación de Ernest Rutherford, teniendo como referente lo postulado por este científico, de conformidad con los criterios establecidos y validados por especialistas en historia y epistemología de las ciencias, para lo cual se tuvo en cuenta las valoraciones de: Menciona Satisfactoriamente (S), Menciona (M) y No Menciona (N). Ver tabla 1 y tabla 2.

**TABLA 1**  
Evaluación de los libros de texto (LT) de educación media.

Libro Texto	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10
S1	N	N	S	N	N	N	M	N	N	M
S2	N	N	N	N	M	N	S	M	N	S
S3	N	N	S	N	N	N	N	M	N	S
S4	N	N	M	N	N	N	N	M	N	N
S5	N	N	N	M	N	N	N	N	N	N

Nota: C1 al C10: criterios establecidos a partir del estudio histórico-epistemológico de los documentos originales.  
N: No menciona M: Menciona S: Menciona satisfactoriamente  
(-) el texto no trata el tema.

**TABLA 2**  
Evaluación de los libros de texto de E. Superior.

Libro Texto	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7	C 8	C 9	C 10
U1	N	M	M	N	M	N	N	M	N	M
U2	N	N	M	N	M	N	N	M	N	S
U3	-	-	-	-	-	-	-	M	S	S
U4	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
U5	N	N	M	N	M	N	M	S	M	S
U6	N	N	S	N	M	N	M	S	M	S
U7	N	N	N	N	N	N	N	M	N	M
U8	N	N	M	N	M	M	M	M	M	M
U9	N	N	N	N	N	M	M	M	M	N
U10	N	N	M	N	M	N	M	M	M	N

## EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD DE LOS LIBROS DE TEXTO: RESULTADOS

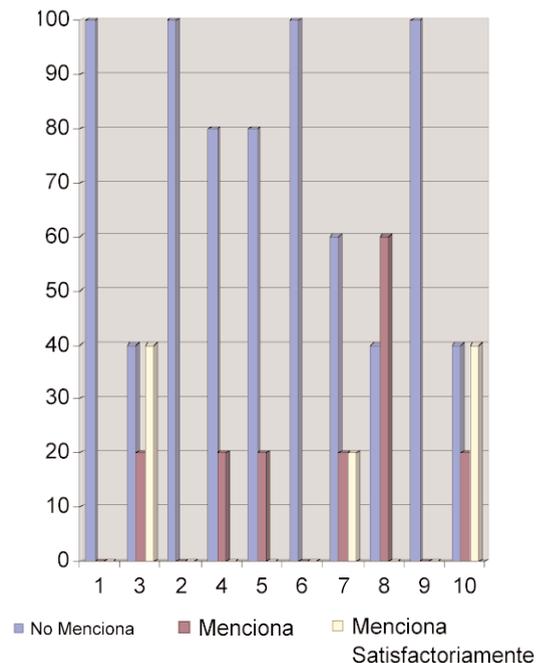
De conformidad con los resultados obtenidos (tablas 3 y 4), puede establecerse que los libros de texto no dan importancia al reconocimiento de los aportes presentados como apoyo a la formulación de nuevos modelos científicos, el 70% de ellos no reconocen antecedentes a la propuesta de E. Rutherford. En el mismo sentido, estos libros de texto transmiten los conceptos con un carácter únicamente descriptivo, sin permitir una reflexión crítica acerca de cada hecho o propuesta, el 90% de los textos no explican los planteamientos formulados; presentan, además, las corroboraciones experimentales como experimentos únicos de los que inmediatamente se obtenían los resultados esperados, 65% lo presenta así, y la totalidad de ellos desconoce el progreso científico como una actividad comunitaria y la presenta como obra de algunos pocos científicos ilustres.

Se pudo observar una mayor rigurosidad en el desarrollo de la temática del modelo atómico propuesto por E. Rutherford en los libros de texto utilizados en educación superior. No obstante, sólo uno de los diez libros de texto reportados como los más utilizados es un libro especializado en el tema, además que ninguno de los profesores entrevistados hizo alusión a la utilización de los documentos originales en los que este científico presentó sus investigaciones.

**TABLA 3**  
**Resultado consolidado de categorías de análisis y criterios en libros de educación media.**

Categoría de análisis	Criterio	N (%)	M (%)	S (%)
De antecedentes a los trabajos realizados	1	100		
	3	40	20	40
De explicación a los planteamientos formulados	2	100		
	4	80	20	
	5	80	20	
De diversas posibilidades de interpretación de los hechos	6	100		
	7	60	20	20
	8	40	60	
De evidencia del trabajo científico en comunidad	9	100		
De Identificación de inconsistencias como gestoras de reformulaciones conceptuales	10	40	20	40

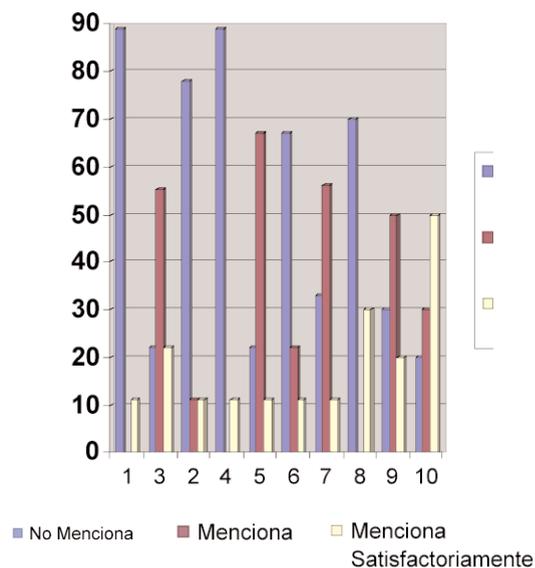
**GRÁFICO 1**  
**Consolidado resultados en libros de texto de Educación Media. Criterios vs valoraciones.**



**TABLA 4**  
**Resultado consolidado de categorías de análisis y criterios en libros de educación superior.**

Categoría de análisis	Criterio	N (%)	M (%)	S (%)
De antecedentes a los trabajos realizados	1	89		11
	3	22	55.5	22
De explicación a los planteamientos formulados	2	78	11	11
	4	89		11
	5	22	67	11
De diversas posibilidades de interpretación de los hechos	6	67	22	11
	7	33	56	11
	8	70		30
De evidencia del trabajo científico en comunidad	9	30	50	20
De Identificación de inconsistencias como gestoras de reformulaciones conceptuales	10	20	30	50

**GRÁFICO 2**  
**Consolidado resultados en libros de Educación Superior. Criterios vs valoraciones.**



Así pues, sigue predominando el hecho de no dar mayor importancia a los trabajos como antecedentes a cada formulación de los modelos científicos, 55% de los textos no menciona antecedentes; de la misma forma que aparece más importante el nivel descriptivo de los modelos formulados, 63% no alcanza niveles explicativos ni de reflexión crítica acerca de la formulación de esos nuevos modelos científicos. El 57% de los libros de texto analizados presenta las corroboraciones experimentales como experimentos aislados y únicos, suficientes para validar o sustituir una teoría o modelo científico vigente y apenas un 17% las presenta como parte de las corroboraciones experimentales inscritas bajo un programa de investigación.

## CONCLUSIONES

El no reconocimiento de la importancia de la historia y la filosofía de la ciencia, en lo referente a su enseñabilidad, representa una gran dificultad para comprender los conceptos científicos, ya que si se habla de un saber escolar o una ciencia escolar, dentro de la relación enseñanza-aprendizaje de la misma, ésta busca, entre otras cosas, que el estudiante esté en capacidad de incorporar el lenguaje y las representaciones de la ciencia erudita en sus explicaciones y será muy difícil que esto suceda si los factores en mención no se tienen en cuenta.

En Educación Media, pudo comprobarse que siguen siendo las editoriales aquellas que determinan qué elementos del saber han de ser socializados en el aula de clase y el profesor, debido al desconocimiento de la historia de la disciplina que enseña, no puede negarse a este hecho.

Habría que mencionar que los libros de texto analizados, aquellos que se alejan de una perspectiva histórico-epistemológica, introducen errores conceptuales, lo que no los hace confiables y en definitiva se alejan de lo validado y aceptado por la comunidad de especialistas.

A manera de recomendaciones, se propone que más allá de establecer la validez o no de la utilización de los libros de texto analizados en el aula de clase, se identifica la necesidad de que el profesor, en su ejercicio docente, reformule las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas que orientan su actividad, para convertirse en un investigador crítico que permanentemente esté en comunicación con lo aceptado por la comunidad de especialistas, a partir de lo cual, en la revisión de la historia interna de cada teoría o modelo científico, identifique los principales obstáculos epistemológicos cuyo salto permite el aumento cada vez mayor del poder heurístico-explicativo de las teorías ( Páez., Rodríguez y Níaz<sup>5</sup>) que son socializadas en el sistema educativo colombiano.

## BIBLIOGRAFÍA

- CHEVALLARD, Y. (1985). La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble, La Pensée Sauvage.
- DEL CARMEN y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. 1997. Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. 11, 7-14.
- DÍAZ, T. (2003). La interpretación histórico-cultural de la transposición didáctica como puente de emancipación del aprendizaje y la enseñanza. *Revista Praxis*. N° 3. 37-56.
- PRAT, A. e IZQUIERDO M. (2000). *Hablar y escribir para aprender*. Madrid. UAB. Editorial Síntesis.
- QUINTANILLA, M. (2004) Bases orientadoras para la identificación y caracterización de un modelo teórico de formación temprana en historia de la ciencia para profesores de química. *Didáctica de las Ciencias y Formación del Profesorado*. Chapter 1. Ediciones Colciencias, Bogotá, Colombia. (in press).

5. Páez Y., Rodríguez, M y Níaz, M. (2002) La teoría atómica de Dalton desde la perspectiva de la nueva filosofía de la ciencia: Un análisis de la imagen reflejada por los textos de química de bachillerato. *Revista Paradigma*, Vol XXIII, N° 2, 97-122.

### ANEXO 1

#### Criterios y descriptores para la evaluación de los libros de texto de química referidos a los “estudios de E.Rutherford”.

Criterio	Descriptor
1	Planteamientos de Lord Kelvin <William Thomson> (1902), como antecedentes del trabajo de Joseph J. Thomson (1904).
2	Los electrones se encuentran en movimiento dentro del átomo.
3	Se reconoce la importancia de los descubrimientos de la radiactividad como antecedentes fundamentales en la propuesta de Rutherford.
4	Los materiales radiactivos disparan partículas alfa y beta contra la lámina de oro del experimento de Geiger y Marsden.
5	Según el modelo de Thomson, los rayos alfa y beta solo sufrirían pequeñas dispersiones al atravesar la lámina del material.
6	Diferentes posibilidades dentro de las cuales fueron desarrollados los experimentos de Geiger y Marsden y sus respectivas interpretaciones
7	Explicación de E. Rutherford acerca de la deflexión de las partículas alfa bombardeadas a la lámina de metal.
8	Acerca de la teoría del núcleo del átomo (Rutherford, 1911).
9	Desarrollo colectivo del conocimiento científico.
10	Inconsistencias del modelo atómico de Rutherford que llevaron a Niels Bohr a proponer su modelo.

### ANEXO 2

#### Relaciones entre los criterios vinculantes y las tipologías que describen “las categorías de análisis” en los libros de texto.

Categorías de análisis	Criterios vinculantes	Tipologías referidas a los criterios vinculantes
A	1 y 3	antecedentes a los trabajos realizados:
B	2,4 y 5	explicación a los planteamientos formulados
C	6,7 y 8	diversas posibilidades de interpretación de los hechos
D	9	evidencia del trabajo científico en comunidad
E	10	Identificación de inconsistencias como gestoras de reformulaciones conceptuales: