

EJE TEMÁTICO:

Enseñanza de Química como base para otras carreras

ESTUDIO DE CASO APLICADO A LA ENSEÑANZA DE LA TEORÍA ATÓMICA

CASE STUDY APPLIED TO THE TEACHING OF ATOMIC THEORY

Paula A. Paez^{1*}, M. Laura Coppo¹ y Cristian Bezic¹

1- Ingeniería en Biotecnología e Ingeniería en Alimentos - Universidad Nacional de Río Negro, Sede Alto Valle y Valle Medio. Villa Regina. Río Negro. Argentina.

**Email: ppaez@unrn.edu.ar*

RESUMEN

En este artículo se presenta la experiencia de la enseñanza a través de la aplicación de la metodología estudio de caso y los resultados obtenidos de acuerdo al proceso desarrollado en el que se aborda la historia de la teoría atómica con diferentes grupos de estudiantes de ingeniería en la ciudad de Villa Regina (Río Negro). Se desarrolla esta propuesta teniendo en cuenta la necesidad de desarrollar nuevas estrategias pedagógicas y didácticas en el campo de la química que le permitan conceptualizar y relacionar el mundo macroscópico y microscópico, además de lograr la apropiación de conceptos fundamentales para la comprensión del tema átomo.

PALABRAS CLAVE: teoría atómica, estudio de caso, simulaciones.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Uno de los temas más dificultosos para abordar en los niveles iniciales de la enseñanza universitaria de la Física y Química, es el estudio del átomo y su estructura ([1], [2], [3], [4]). Ello se debe, entre otras razones, a que los conceptos que se manejan no se manifiestan en el entorno macroscópico y cotidiano de los jóvenes ([5]), además que su aprendizaje requiere de abstracción.

También nos resulta interesante colocar a los estudiantes en un rol más activo, que el de escuchar una clase teórica que explique cada uno de los experimentos que permitieron desarrollar los diferentes modelos atómicos que propusieron diferentes científicos. Desde hace tiempo las estrategias metodológicas utilizadas en la enseñanza de las ciencias experimentan un cambio radical. La falta de comprensión conceptual de los principios de la Química ha sido bastante investigada, observándose resultados positivos cuando se aplican metodologías activas y cooperativas ([6], [7]).

Se presenta en este trabajo una propuesta metodológica sobre la enseñanza de la teoría atómica en estudiantes de ingeniería, aplicando programas de simulación de experimentos, que les permita a los alumnos interpretar las diferentes experiencias o ideas propuestas, para lograr alcanzar a construir la estructura del átomo con el aporte de cada uno. De ese modo se busca conceptualizar el tema en cuestión así como promover un cambio actitudinal y de cuestionamiento en los estudiantes.

ANTECEDENTES

Diversos autores han abordado diferentes estrategias de enseñanza con el objeto que los alumnos comprendan la estructura atómica:

Asociación Química Argentina.

Beltrán y Badillo [8] realizaron una propuesta de la enseñanza de las teorías y modelos atómicos, basada en la fundamentación teórica de la didáctica de las ciencias experimentales. Las estrategias planteadas estaban encaminadas a que los alumnos logren alcanzar un cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico que los lleve a reconstruir los modelos mentales del átomo con los modelos atómicos científicos, además de elaborar explicaciones sobre el comportamiento de los materiales. Una buena proporción de los estudiantes alcanzaron los objetivos.

Ballesteros, Bejarano, Forero y Muñoz [9] diseñaron una experiencia de la enseñanza de los modelos atómicos precedentes al modelo cuántico, los modelos cuánticos y los orbitales atómicos. En el desarrollo de las actividades propuestas se puede dar cuenta de cómo el modelo de enseñanza dinámico hace que el estudiante pase de ser sólo un agente receptor del conocimiento a ser un participante activo de su proceso de formación, esto permite que indague, resuelva dudas o asimile nuevos conceptos, creando su propio modelo mental de orbital, basados en teorías específicas y experimentos sencillos que dan cuenta de un comportamiento del mundo a nivel atómico – molecular.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA

La propuesta educativa se basa en la resolución de un Estudio de Caso en la cual se busca que el alumno al final de una teoría y/o en forma independiente analice una situación problemática planteada y luego responda una serie de “preguntas críticas”, que obligan a los alumnos a examinar ideas importantes, nociones y problemas relacionados con el mismo. Su objetivo es promover la comprensión ([10]). La actividad diseñada se desarrolló introduciendo textos narrativos, cálculos que evidencian la transformación de la materia, además de simulaciones de experiencias de ensayos. Las simulaciones y videos se transmitieron sin audio, se explicaban brevemente mientras se reproducían las experiencias. Luego los alumnos deben responder una serie de preguntas en forma individual y posteriormente de manera grupal. La propuesta tiene una duración de 3 horas aproximadamente.

Partimos realizando tres preguntas motivadoras:

1. ¿Cómo surgió la idea de los átomos?
2. ¿Cuál es la evidencia que nos permite concluir que existen los átomos? ¿Existen? ¿Alguien comprobó su existencia?
3. ¿Cómo evolucionaron a lo largo del tiempo los diferentes modelos del átomo?

Para luego invitarlos a hacer un recorrido a través de una historia de los descubrimientos científicos y encontrar respuestas a estas preguntas.

Actividad 1: **Demócrito de Abdera** – Concepto de Atomismo (460 – 370 a.C.). Se transcribe del texto Readings in Ancient Greek Philosophy From Thales to Aristotele de Cohen [6] reflexión de Demócrito sobre su “idea” del átomo; para luego responder:

Pregunta 1: ¿Cuál es la “evidencia” que Demócrito utiliza para concluir que los átomos existen?

- A. Dado que la materia no es espacio vacío, debe ser hecha de partículas indivisibles (átomos).
- B. Si se divide la materia en trozos más pequeños hasta el infinito, que terminan con prácticamente nada; ya que la materia no puede estar compuesta de nada, tiene que tener una pequeña unidad fundamental de la materia que es indivisible (átomos).
- C. Los griegos observaron que las reacciones químicas podrían tener lugar; reacciones no pueden realizarse a menos que la materia está compuesta de partículas indivisibles (átomos).

- D. Demócrito no utilizó ninguna prueba; él simplemente creó la idea de los átomos utilizando su imaginación.
- E. Todos estos son correctos.....

Actividad 2: **Teoría Atómica de Dalton.** Se introducen los cinco postulados, seguido de la siguiente actividad:

Muestra Nº	Apariencia	Masa de Cr (g)	Masa de O(g)
1	Cristales naranja	1,3509	0,9319
2	polvo rojo	0,6441	0,1481
2	polvo rojo	1,3509	?

Respondemos:

Si poseemos 1,3509 g de Cr, cuánta masa expresada en gramos habrá de O en la Muestra Nº2?
Si la Muestra Nº 2 posee la siguiente fórmula química **CrO** ¿Cuál es la fórmula de la Muestra Nº1?

Pregunta 2: ¿Qué evidencia utilizó Dalton para concluir que los átomos existen?

- A. En la obtención de óxido de cromo se observaron dos compuestos de apariencia diferentes, por lo tanto los compuestos deben estar formados por átomos de Cromo y Oxígeno.
- B. Dado que la masa de cromo fue la misma en cada muestra, esto indica que el óxido de cromo debe estar compuesta de átomos idénticos.
- C. Dado que las dos muestras de óxido de cromo tienen diferentes masas de oxígeno, y las masas de oxígeno difieren en proporciones de números enteros, entonces esto sugiere que los compuestos diferentes poseen números de oxígeno es decir "unidades" (átomos). Si los átomos se pudieran "cortar" en diferentes tamaños, no existirían estas relaciones de números enteros.
- D. Los diferentes colores de los compuestos indicaron que cada muestra debe estar compuesta de diferentes proporciones de átomos de oxígeno y de cromo.
- E. Todos estos son correctos.

Actividad 3: **Tubo de Rayos Catódicos de Thomson (1897).** Se reproduce la simulación del experimento del link <https://sites.google.com/site/fisicaflash/home/thomson> (Consulta: 10 de Agosto 2017) las veces necesarias para indagar que se observa.

Pregunta 3: ¿Qué modelo del átomo se confirma a través de los datos/observaciones del experimento de tubo de rayos catódicos? Justifique su respuesta.

Actividad 4: **Experimento de Millikan (1909).** Se reproduce la simulación del experimento del link <http://www.learnerstv.com/animation/animation.php?ani=%20186&cat=chemistry> (Consulta: 10 de Agosto 2017) las veces necesarias para indagar que se observa.

Pregunta 4: ¿Qué conclusiones pueden observar a raíz del experimento de Millikan? ¿Encuentra alguna utilidad práctica al experimento? Justifique su respuesta.

Actividad 5: **Experimento de Rutherford (1911).** Se reproduce la simulación del experimento del link <http://www.youtube.com/watch?v=sft5xx3mltM> (Consulta: 10 de Agosto 2017) las veces necesarias para indagar que se observa.

Pregunta 5: ¿Qué modelo del átomo se confirma a través de los datos/observaciones del experimento de lámina de oro? Justifique su respuesta.

Actividad 6: **Experimento de Chadwick sobre una barra de Berilio (1932). Modelo planetario del átomo.** Se reproduce la simulación del experimento del link <http://www.dnatube.com/video/11384/Discovery-Of-Neutrons-by-James-Chadwick> (Consulta: 10 de Agosto 2017) las veces necesarias para indagar que se observa. Y se muestra la figura 1.

Pregunta 6: ¿Cuál es la evidencia que da soporte a este modelo planetario? Justifique su respuesta.

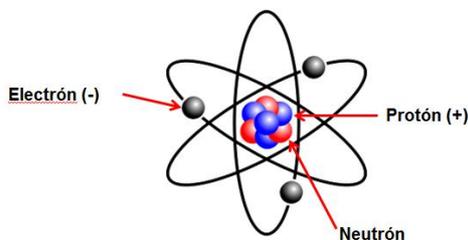


Figura 1 - Modelo planetario del átomo propuesto por Rutherford

EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA

En el desarrollo de las actividades propuestas se logró evidenciar que el modelo de enseñanza dinámico hace que el estudiante pase de ser sólo un agente receptor del conocimiento a ser un participante activo de su proceso de formación, esto permite que indague, resuelva dudas o asimile nuevos conceptos. Se observó en las actividades grupales la participación de todos los alumnos involucrados en la consigna, lo que da cuenta del interés por parte del alumnado en la actividad propuesta.

También se observó que varios alumnos intentaron, ante las preguntas realizadas, buscar por internet la respuesta correcta, a lo que los docentes les indicaron la importancia de aprender a observar y elaborar sus propias conclusiones con una herramienta importante que poseen: su propio intelecto.

El estudio de caso se realizó tres años consecutivos, a partir del año 2015. Para evaluar la propuesta educativa se propuso determinar la cantidad de alumnos que responden correctamente (de forma individual y grupal) cada una de las preguntas críticas (figura 2 y figura 3). También se evaluó la cantidad de alumnos que responden satisfactoriamente las preguntas relacionadas con la estructura atómica en los parciales, se comparan estos resultados con exámenes parciales del año anterior donde no se aplicó el estudio de caso, es decir el año 2014.

De la figura 2 observamos que la pregunta N°1 (sobre el pensamiento Demócrito) es la que posee mayor porcentaje de respuestas correctas y menor variabilidad durante todos los años analizados. Mientras que la pregunta N°2 (respecto del experimento de Dalton) es la que tiene en general el menor porcentaje de respuestas correctas. El año 2017 es el que presenta mayores porcentajes de respuestas correctas en lo que se refiere a las preguntas de los modelos atómicos.

De la figura 3 podemos apreciar que en general hay una mayor proporción de respuestas correctas cuando los alumnos trabajan conformando grupos.

Del estudio comparativo de los exámenes parciales, se evaluó para la pregunta "Describa brevemente una contribución importante a la ciencia por cada uno de los científicos siguientes: A) Dalton – B) Thomson – c) Millikan – d) Rutherford" la cantidad de alumnos que respondieron Bien, Regular y Mal del año 2016 y del año 2017 (figura 4). De la figura 4 se concluye que el inciso donde se evalúa el aporte del experimento de Dalton es el que posee mayor porcentaje de

respuesta calificadas como Bien. Los incisos de Thomson para el año 2016 y los de Millikan para los dos años (2016 y 2017) poseen el menor porcentaje de respuestas correctas y mayor porcentaje de respuestas incorrectas o que no contestan.

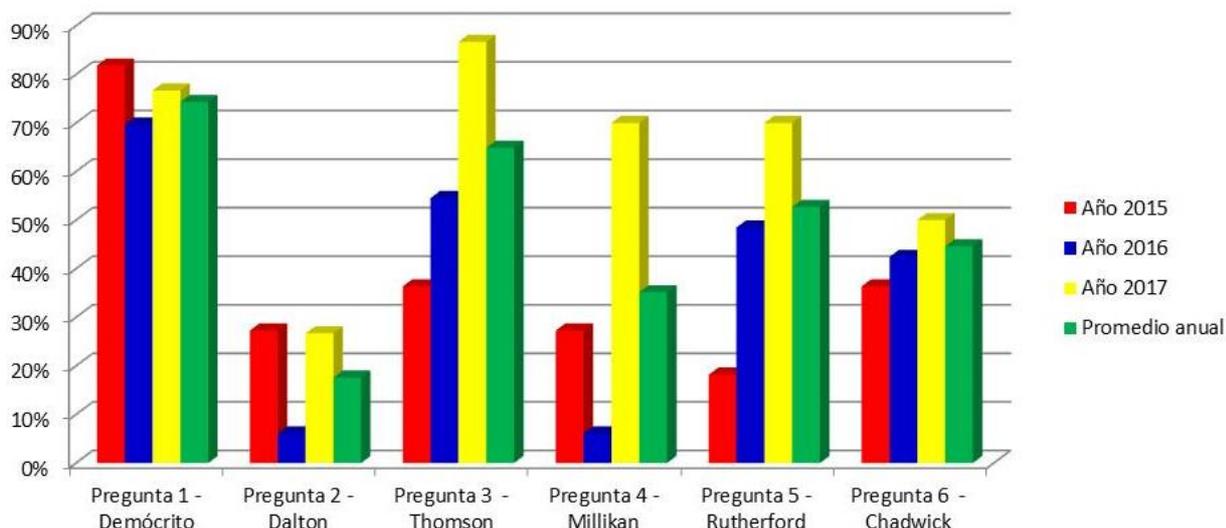


Figura 2 - Comparativo de porcentajes de alumnos que individualmente responden correctamente las preguntas críticas desde el año 2015 al 2017 y el promedio anual

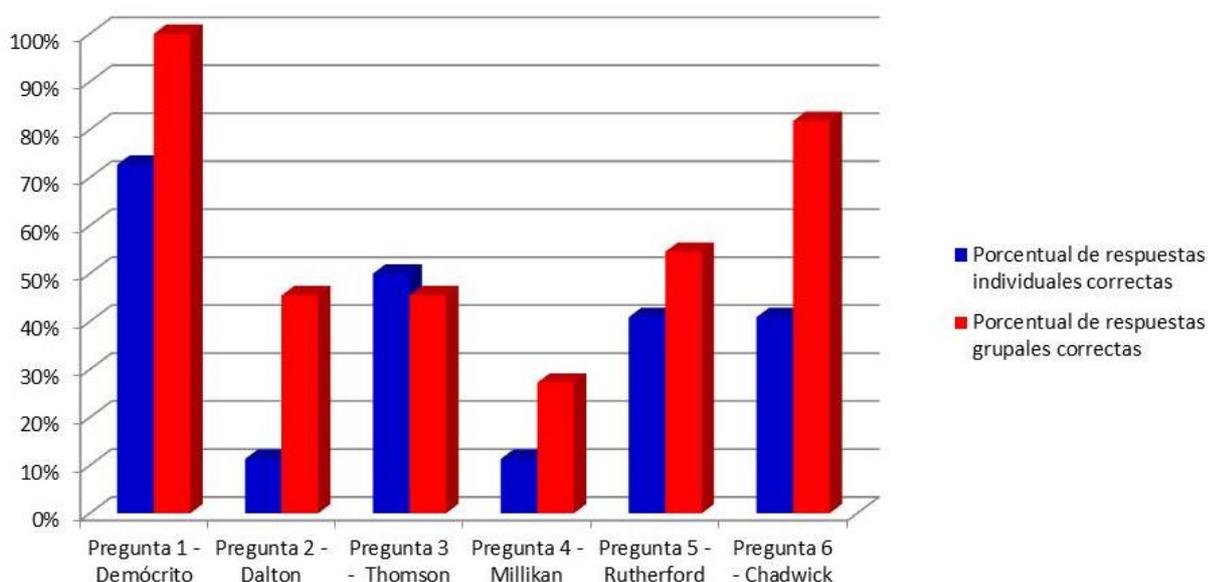


Figura 3 - Comparativo de porcentajes de alumnos que grupalmente responden correctamente las preguntas críticas desde el año 2015 al 2017 y el promedio anual

A su vez se compararon para los años 2014, 2016 y 2017 las frecuencias de distribución de los porcentajes de respuesta correctas (figura 5). Del gráfico se concluye que el año 2014 el 86 % de los alumnos respondieron con porcentajes de respuestas más bajos (de 0 a 50%) y sin responder. Mientras que en los años 2016 y 2017 los valores de frecuencia más elevados con porcentajes de respuestas más altos (de 50 a 100%) alcanzaron valores de 84% y 79%, respectivamente.

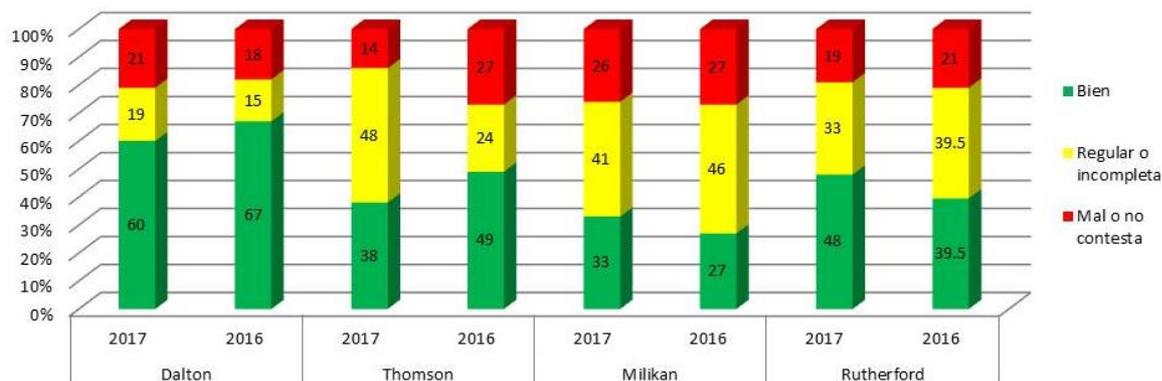


Figura 4 - Comparativa de porcentajes de respuestas correctas de la pregunta de examen parcial para los incisos: A) Dalton B) Thomson C) Millikan D) Rutherford de los años 2016 y 2017

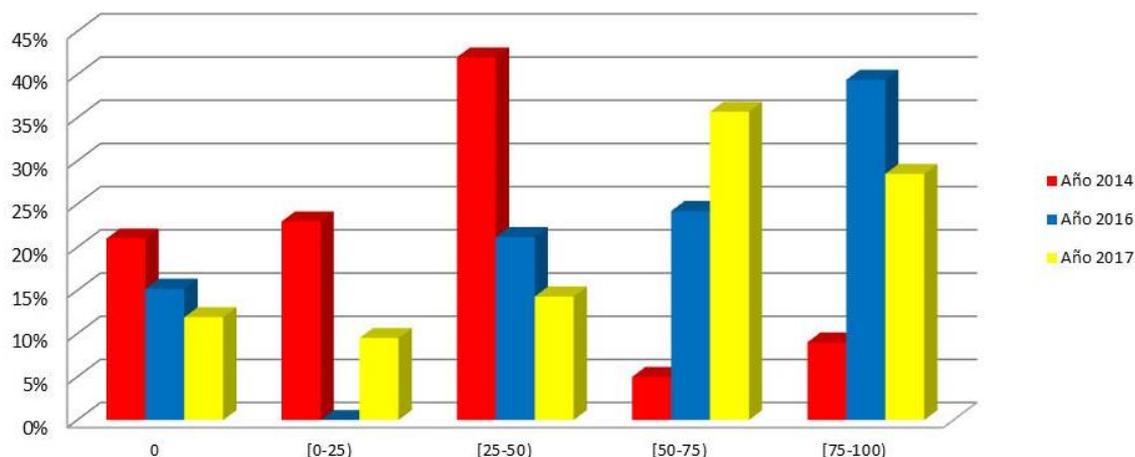


Figura 5 - Comparativa de frecuencia de distribución de los porcentajes de respuestas correctas de los años 2014, 2016 y 2017

CONCLUSIÓN

Una buena proporción de los alumnos lograron reconstruir los modelos atómicos propuestos con cierto grado de rigurosidad al poseer elevados porcentajes de respuestas correctas.

La propuesta educativa propició un cambio metodológico de la enseñanza que hizo que los alumnos se interesaran de manera diferente respecto al estudio de los modelos atómicos. Se observó un cambio motivacional y de interés respecto a las actividades planteadas. Propiciar la simulación de los diferentes experimentos y permitir el debate entre ellos favoreció el proceso de construcción de los diferentes modelos.

También se pudo observar que el trabajo en grupo entre pares favorece el intercambio de ideas y ayuda a conceptualizar de forma más acabada los temas vistos.

REFERENCIAS

- [1] Albanese, A. y Vicentini, M., Why do we believe that an Atom is Colourless? Reflections about the Teaching of the Particle Model, *Science & Education*, 6, 251-261, 1997.
- [2] De la Fuente, M.A. *et al.*, Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los alumnos (13-14 años), *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 123-134, 2003.
- [3] García-Carmona, A., Los modelos atómicos en la Física y Química de la Educación Secundaria Obligatoria, *Revista Española de Física*, 16(3), 37- 39, 2002.
- [4] Lee, O. *et al.*, Changing middle school students' conceptions of matter and molecules, *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270, 1993.
- [5] Rosado, L. y García-Carmona, A., El entorno del alumno como marco de referencia en la enseñanza de la Física, en Rosado, L. y Cols. (eds.), *Didáctica de la Física y sus Nuevas Tendencias*, UNED, Madrid, España, 2004, pp. 259-312
- [6] Thomas, J.W.; Hooper, L., "Supplemental instruction for introductory chemistry courses - a preliminary investigation", *Journal of Chemical Education*, 1998, 75, 328 – 331.
- [7] Edwards V., "La Relación de los Sujetos con el conocimiento," *Revista Colombiana de Educación*, 1993 Nro 23. 23 – 68.
- [8] Beltrán M. V. y Badillo R., "Enseñanza de los modelos atómicos em programas de ingeniería," *Educación y educadores*, 2005 Nro 8. 67 – 76.
- [9] Ballesteros A., Bejarano A., Forero T., Muñoz L., "Estrategias y modelos para la enseñanza del concepto orbital atómico", IX Congreso Internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, 2013 Comunicación.259 – 265.
- [10] Wassermann S., "El estudio de casos como método de enseñanza", Buenos Aires, Amorrortu, 1994.