

RELACIÓN ENTRE EL MODELO DE ATOMO DE LOS ESTUDIANTES (16-17 AÑOS) Y LOS DIFERENTES MODELOS ATÓMICOS PRESENTADOS EN LA ENSEÑANZA

QUESADA HERRERO¹, PILAR; VALCÁRCEL PÉREZ², M^a VICTORIA y SÁNCHEZ BLANCO², GASPAR

¹ IES Licenciado Cascales (Murcia)

² Departamento Didáctica de Ciencias Experimentales. Universidad de Murcia.

Palabras clave: Contenido escolar; Modelos atómicos; Conocimientos de los alumnos; Libros de texto; Educación secundaria.

MARCO TEÓRICO

La construcción del conocimiento químico se organiza en torno a un gran número de leyes, teorías y modelos que nos permiten situarnos en distintos niveles de complejidad a la hora de responder a preguntas como: ¿existen propiedades comunes a todos los materiales?, ¿por qué hay tantas sustancias diferentes?, ¿qué hace que una sustancia tenga propiedades diferentes a otra?, ¿cómo se puede explicar que unas sustancias se transformen en otras distintas? Las respuestas que han dado los científicos y científicas a lo largo de la historia a cuestiones como estas han generado un cuerpo de conocimientos que, mediados por la transposición didáctica, se recogen en los currículos escolares, organizados también en torno a diferentes leyes, teorías y modelos que deben presentarse a los estudiantes. Esto hace de los Modelos un tema de estudio importante para los científicos y los profesores.

Las dificultades que se presentan en el proceso de aprendizaje de la Química se ponen de manifiesto en numerosos trabajos, pudiendo atribuirse a tres causas (Caamaño y Oñorbe, 2004):

- Dificultades intrínsecas y terminológicas de la propia asignatura
- Pensamiento y proceso de razonamiento de los estudiantes
- Proceso de instrucción recibido.

De todas las dificultades que en este trabajo se señalan no escapan los contenidos relacionados con los Modelos en general y con los Modelos Atómicos en particular, como ha sido puesto de manifiesto en diversos trabajos (Griffiths y Preston, 1992; Valcárcel, Sánchez y Ruiz, 2000; Harrison y Treagust, 2002), aún escasos en nuestro contexto educativo. A pesar de esto se insiste, desde la didáctica de la ciencia, en la necesidad del estudio de los modelos para iniciar a los alumnos en el campo conceptual, procedimental y actitudinal de la Química, así como que conocer modelos escolares adecuados, y usarlos para explicar y predecir hechos seleccionados, ayuda a los alumnos a desarrollar su comprensión y a tomar conciencia de cómo se construye el conocimiento de la Química, mediante la relación de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico (Sánchez y Valcárcel, 2003).

Todo lo anterior justifica en nuestro contexto el interés por profundizar en las concepciones y modelos mentales que construyen nuestros alumnos cuando se enfrentan al aprendizaje de algunos conceptos, para

los que hay que utilizar modelos didácticos que resultan bastante abstractos para ellos, como es el caso del concepto de átomo y los modelos atómicos.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El propósito del trabajo que estamos realizando es indagar en las ideas y modelos mentales que han construido los alumnos de una clase de 1º de Bachillerato (16-17 años), después de la enseñanza, en torno al átomo. Concretamente en esta clase se habían estudiado la teoría cinético- molecular y los modelos atómicos (Dalton, Thomson, Rutherford, Borh y algunas ideas relacionadas con la teoría mecano-cuántica). Pretendemos profundizar en las relaciones entre el aprendizaje de los modelos atómicos y la presentación que se hace del contenido de enseñanza en los libros de texto.

Los aspectos que se abordan en el estudio están relacionados con el concepto de átomo y el proceso de modelización, construidos por el alumno y presentados en el libro de texto, sobre el:

1. modelo acerca del átomo,
2. sentido que tienen las diferentes teorías atómicas,
3. significado que tiene el concepto de modelo, y
4. uso que se hace de los modelos atómicos para explicar algunos hechos científicos.

En esta comunicación avanzaremos los resultados encontrados en relación con el primer punto: los modelos de átomo construidos por los alumnos, los modelos atómicos didácticos presentados en el libro de texto y la relación entre ellos.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se realiza con alumnos de 1º de Bachillerato, 9 alumnos de un total de 23, de un centro de Enseñanza Secundaria de la Comunidad Autónoma de Murcia. Su selección ha estado determinada por la disponibilidad de los estudiantes y que la muestra fuera heterogénea en cuanto a rendimiento académico. La metodología de trabajo se ha materializado en la realización de entrevistas individuales a los alumnos, utilizando un protocolo semiestructurado con 29 cuestiones en torno a los objetivos planteados en el trabajo. Para su realización se han revisado algunos trabajos sobre las concepciones y modelos mentales de los estudiantes de Enseñanza Secundaria sobre átomos y moléculas (Griffiths y Preston , 1992; Harrison y Treagust, 1996, 2002). En la entrevista se planteaban dos tipos de cuestiones: abiertas, encaminadas a obtener lo que dicen espontáneamente y otras más dirigidas a través de la elección y explicación que dan a una serie de representaciones correspondientes a distintos modelos atómicos y moleculares que se les aporta. La entrevista fue ensayada con una estudiante del mismo curso, para adecuar la formulación de las preguntas, su claridad, el ambiente, duración...

El tiempo medio empleado en cada entrevista fue de 45 minutos y fue realizada por la profesora/investigadora a los siete meses de finalizar el periodo de instrucción de los contenidos relacionados con los modelos atómicos mencionados anteriormente. Estas fueron grabadas, transcritas literalmente y se establecieron categorías en función de las respuestas dadas por los alumnos.

En cuanto al libro de texto el análisis se ha limitado al utilizado por el profesor (Física y Química. 1º Bachillerato. Proyecto Ecosfera. Editorial SM). Se ha realizado un análisis documental del relato escrito, de las ilustraciones y las actividades, siguiendo un protocolo ajustado a los intereses de la investigación.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Avanzaremos los primeros resultados diferenciando los conocimientos de los alumnos recogidos en la entrevista y la información presentada en el libro de texto.

En relación con los conocimientos de los alumnos sobre el átomo:

- Todos los alumnos reconocen el átomo como la unidad constituyente de la materia, pero no establecen diferencias entre átomos, moléculas o iones como entidades responsables de la distinta naturaleza de la misma. Es decir, los alumnos saben que los átomos se unen unos a otros para formar las sustancias pero no diferencian si la partícula que define la composición y estructura, y por tanto es responsable de sus propiedades específicas, es el átomo, el ión o la molécula, aunque utilicen estos términos en sus respuestas.
- También todos reconocen el átomo como una partícula neutra, compuesta de protones, neutrones y electrones, diferenciando un núcleo con los electrones girando alrededor. Se refieren a capas, órbitas o niveles, indistintamente. A su vez declaran que en su mayor parte el átomo es vacío, aunque la mayoría se contradice al imaginarlo esférico y macizo (“yo lo vería todo compacto...”, “macizo”, “yo vería el átomo pero no las órbitas”, “la materia está formada por cosas compactas”).
- Al describir algunas de sus características se refieren al tamaño (“muy pequeño, microscópico”, “diferentes tamaños...como un virus...”, “su tamaño depende de sus capas y sus electrones ...pero es muy pequeño”) que, aunque ninguno lo considera suficientemente grande como para verlo con un microscopio superpotente, es sobredimensionado como partícula y desfigurado en la proporción que establecen entre el tamaño del núcleo y corteza. En cuanto a su forma (“circulito”, “esférico”, “todos la misma forma...”) y masa (“muy ligeros”, “poco pesados”) comparten ideas similares y algunos hacen estimaciones semicuantitativas (“una o varias umas”, “una micra”, “como un virus”). Sin embargo, no se han encontrado confusiones entre átomo y célula, ni le atribuyen características de ser vivo (“lo comparo con el tamaño de un virus, pero es muy diferente a él, el virus es una sustancia viva y el átomo no”) como se señala en otros trabajos.
- Al átomo le asignan algunas propiedades macroscópicas propias de las sustancias que forman (“se dilatan”, “tienen propiedades distintas como el color”, “tienen densidad, resistencia”...). Concretamente, en cuanto a la densidad se mantienen dos concepciones, una macroscópica que identifica la densidad del átomo con la de la sustancia (“El átomo es denso porque el oro es denso”) y otra microscópica relacionada con las subpartículas que lo componen (“El núcleo es denso, pero las órbitas no lo son. En el núcleo como hay neutrones y protones hay más condensación”).
- En cuanto a la conceptualización de la estructura del núcleo y la corteza, todos localizan los protones en el núcleo, los electrones moviéndose alrededor y la mitad no tienen clara la localización de los neutrones. Se detecta que mantienen modelos discretos y concretos, al considerar los electrones como partículas moviéndose y que los diagramas de órbitas, elípticas o circulares, representan mejor su disposición en el átomo que los diagramas de nube electrónica o de orbitales, no reconocidos por los alumnos.
- Aunque admiten la existencia de distintos niveles no hablan de subniveles y confunden capa y orbital, órbita y orbital. Muy pocos describen la estructura electrónica y si la mencionan no utilizan notaciones y símbolos adecuados o los confunden.
- En relación a las interacciones entre las partículas subatómicas, admiten interacciones de dos tipos. Unas debidas al contacto y choques de las partículas (“mas intensas en el núcleo, al haber más partículas”, “los electrones no las tienen porque no chocan”) y otras de naturaleza eléctrica atractivas y repulsivas (“los protones con las neutras no se repelen”, “las cargas positivas y negativas se compactan”). Algunos no consideran interacciones entre el núcleo y la corteza (“entre el núcleo y donde están los electrones hay un vacío que no deja que haya interacción entre ellos”).

- Al mostrarles representaciones de diferentes modelos atómicos, habitualmente recogidas en los libros de texto, las preferidas por los estudiantes son las de Borh y Rutherford porque son las que mejor representan sus ideas acerca de cómo son los átomos, porque las han visto en los libros y dibujadas por el profesor. Sin embargo, estas dos representaciones las encuentran prácticamente iguales y, cuando tratan de explicarlas, no señalan diferencias en la información que proporciona cada una. También muestran alguna preferencia por la representación de Dalton pues, aunque reconocen que no les dice nada acerca de la estructura atómica, es la mas fácil de aprender e imaginar porque corresponde con su idea de partícula maciza, que sigue coexistiendo con los modelos anteriores. Las de Thomson y nube de carga solo son identificadas por dos alumnos.

En relación con la información presentada por el libro de texto:

- Se introducen sucesivamente los distintos modelos sobre el átomo (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr y mecano-cuántico) con ideas clave siguientes: *Partícula muy pequeña e indivisible, indestructible y que se une a otros átomos para formar compuestos* (Dalton). En cuanto a su estructura puede ser: *una especie de masa cargada positivamente dentro de la cual se insertan los electrones, cargados negativamente* (Thomson) o estar formado *por un núcleo, compuesto por protones y neutrones, cargado positivamente, que ocupa una fracción muy pequeña del volumen atómico y electrones que se mueven fuera del núcleo y ocupan la mayor parte del volumen atómico. Entre los electrones y el núcleo se encuentra el vacío* (Rutherford).
En cuanto a la estructura electrónica: *Los electrones giran en órbitas circulares de energía fija y solo están permitidas aquellas cuya energía tome ciertos valores restringidos* (Bohr) y *Un electrón se mueve de forma caótica en un espacio definido alrededor del núcleo que se llama orbital* (mecano-cuántico), diferenciando el concepto de nivel y subnivel en relación con los números cuanticos. La forma en que se presentan los modelos no incide en el sentido de la modelización y la necesidad de los sucesivos modelos presentados, lo que creemos contribuye a una idea fragmentada y ambigua de átomo, que lleva al alumno a optar por un modelo determinado.
- En general, en la información presentada, sólo aparecen afirmaciones que expresamente se consideran presupuestos que describen el átomo en los modelos de Dalton y Borh. En los demás, no se diferencian presupuestos y explicaciones científicas acerca de hechos. Estas y los presupuestos son poco claros, imprecisos y algunos incorrectos. En estos modelos sólo se menciona el nombre de las partículas y otros conceptos que se crean, sin entrar en descripciones que ayuden a aclarar su significado. Tampoco se señalan claramente las limitaciones de cada modelo o se omiten.
- En cuanto a las explicaciones, tanto en las que justifican la necesidad del modelo como en las utilizadas para explicar los hechos seleccionados, se utilizan conceptos que no han aparecido en los presupuestos (carga nuclear, la nube de carga y las fuerzas de atracción y repulsión). Tampoco se sitúan en un modelo concreto y mezclan argumentos o utilizan con el mismo significado términos que pertenecen a modelos diferentes.
- En cuanto a las ilustraciones, falta correspondencia entre lo que pretenden representar y los presupuestos del modelo al que se refiere. Solo recoge representaciones de los modelos atómicos de Thomson y Rutherford, en el de Bohr y mecano cuántico aparecen de modo incompleto referidas a algún aspecto o experimento relacionado con el modelo. Sobredimensionan los tamaños de las entidades representadas, sin conservar la relación entre ellas y aparecen dibujos, analogías, símbolos y letras de forma arbitraria que sugieren interpretaciones erróneas.
- De todas las actividades propuestas solo una está directamente relacionada con los presupuestos del modelo de Bohr, todas las demás se refieren a conceptos que, aunque podrían enmarcarse en un modelo concreto, no aparecen explícitamente relacionados, mezclándose ideas de los diferentes modelos didácticos, lo que creemos contribuye a que el alumno construya un único modelo de átomo, resultado de una integración confusa de los diferentes modelos presentados.

BIBLIOGRAFÍA

- CAAMAÑO, A. y OÑORBE, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique*, 43, 81-92.
- HARRISON, A.G. and TREAGUST, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80 (5), 509-534.
- HARRISON, A.G. and TREAGUST, D.F. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, (4), 357-368.
- GRIFFITHS, A.K. and PRESTON, K.R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (6), 611-228.
- SANCHEZ, G. y VALCARCEL, M.V. (2003). Los modelos en la enseñanza de la química: el concepto de sustancia pura. *Alambique*, 35, 45-52.
- VALCARCEL, M.V., SANCHEZ, G. y RUIZ, M. (2000). El estudio del átomo en la educación secundaria. *Alambique*, 26, 83-94.