

Sobre los probables modelos de átomos

Una de las preguntas que profesoras y profesores de Química se hacen, principalmente cuando trabajan en niveles de enseñanza anteriores al universitario es: ¿Cuál es el modelo de átomo que debo enseñar? Una buena respuesta para esa pregunta podría ser: Depende para qué se vaya a utilizar el modelo después... Construimos modelos buscando facilitar nuestras interacciones con los entes modelados. Es a través de modelos, en las más diferentes situaciones, como podemos hacer inferencias y previsiones de propiedades.

Tenemos limitaciones que son consecuencia de nuestras maneras de interactuar con la naturaleza, dificultades de imaginar, por ejemplo, la luz con un comportamiento dualístico. Es más fácil pensarla ya como onda, ya como partícula. Hacer modelos, eso es, imaginar átomos – y vale recordar que imaginar es hacer imágenes – tiene limitaciones y exigencias que trascienden aquellas interacciones que son más usuales en nuestra vida diaria. En función de nuestras vivencias, es mucho más fácil imaginar un electrón corpuscular que un electrón ondulatorio. Es aún más difícil, imaginarlo comportándose, al mismo tiempo, como onda y partícula.

Considero que se pueda pensar que haya una cuestión capital: ¿Para que construimos modelos? Si queremos explicar los enlaces que se dan en un cristal de cloruro de sodio, el modelo atómico propuesto por Bohr (1875-1962) es razonablemente adecuado y nos ayuda a comprender como ocurre la formación de cationes y aniones y como entre éstos si establecen interacciones para la estructuración de un sólido edificio cristalino. Si queremos explicar una molécula, aparentemente simple, como la de hidrógeno, este mismo modelo ofrece muchas limitaciones. Para explicar, más consistentemente, como dos átomos de hidrógeno forman una molécula H₂ es preciso tener pre-



Attico Chassot

Licenciado en Química.
Doctor en Educación
– Profesor del Programa de
Pos-Grado en Educación –
Universidade do Vale do
Rio dos Sinos – UNISI-
NOS – Brasil E-mail:
achassot@portoweb.com.br

sente el concepto de orbital, que no está presente en el modelo de Bohr. Luego los diferentes modelos son modificados en función de nuevas lecturas que se hacen sobre la naturaleza de la materia. O aún más, se necesitan diferentes modelos en función de exigencias más complejas respecto del objeto de nuestras investigaciones. Eso, usualmente, determina que tengamos modelos más complejos.

En la instigante novela de Jostein Gaarder sobre la historia de la filosofía, *El Mundo de Sofía* (Madrid: Siruela, 1ª ed. 1994; 47ª ed. 2001), en una de las primeras cartas que Sofía recibe de un misterioso filósofo, hay solo una interrogación: ¿Por que el Lego es el juego más genial del mundo? En las páginas siguientes, el autor hace una admirable analogía entre las variadas piezas de Lego y las propuestas de explicaciones de la naturaleza con el modelo de átomo de Demócrito (460-370 a. C.). Así, con pocos átomos se forman millones de sustancias diferentes, también las variadas piezas de Lego – que como los átomos de Demócrito son de diferentes formas y tamaño, macizas e impenetrables – sirven para construir diferentes objetos. Tales piezas, por ser resistentes, pueden ser usadas para construir diferentes juguetes en varias generaciones de una familia. No obstante, con las piezas con que un niño, hoy, hace una nave espacial, su padre hizo un automóvil y el abuelo construyó una rueda de agua de un molino o de un castillo fortificado. De la misma manera, cuando un cuerpo – por ejemplo, un árbol o un animal – muere y si desintegra, los átomos del mismo son reutilizados nuevamente en otros cuerpos. Átomos que hoy constituyen el tejido de la punta de nuestra nariz, en otros tiempos fueron, tal vez parte de la cola de una ballena o, más remotamente, formaron dinosaurios.

Los átomos son constantes en el Universo – exceptuando los pocos que se transmutan en procesos radioactivos – y son siempre los mismos, usados en la formación de nuevas sustancias.

Es importante observar cuanto hay de adecuación, aún hoy, en el modelo de Demócrito para explicar la mayoría de las nuestras necesidades acerca de la comprensión de los átomos. Es claro que, por desconocer maneras más apropiadas de investigar la naturaleza de la materia, Demócrito no habló de electrones, protones o neutrones. Estas partículas, consideradas como fundamentales, solamente fueron descubiertas recientemente. Los neutrones, por ejemplo, fueron descubiertos en 1932. Pero tampoco estos se consideran indivisibles. Hay modelos (confirmados experimentalmente en abril de 1994) donde se consideran los quarks y los leptóns como las partículas formadoras de los protones. Más recientemente (febrero de 1996) los científicos anunciaban la posibilidad de que los quarks sean divisibles. Si esto se confirmara tendríamos una reedición de lo que sucedió cuando Rutherford (1871-1937), anunció que los átomos tenían núcleo. El desarrollo histórico del modelo del átomo nos lleva a pensar que puede seguir evolucionando hacia nuevos modelos para el átomo: hasta un no límite. Este es el motivo de que no ignoremos en que sentido y proporción nuestros modelos son siempre probables.

Cuando se dice que los modelos de átomos son probables tenemos que tener presente que las moléculas que construimos con estos modelos, son también modelos probables. Esto implica considerar que con estos modelos probables de moléculas hacemos modelos probables de reacciones. Deberíamos considerar la frecuencia con que, usualmente, hablamos de modelos de átomos y, sin embargo, no hablamos de modelos de moléculas o de modelos de reacciones químicas. Si observamos la mayoría de los libros didácticos, encontramos descripciones

de modelos de átomos, pero cuando se discute las moléculas y las reacciones químicas, se habla de éstas como si hablásemos de realidades corpóreas y no de entes modelados. Es como si usásemos objetos para representar casas, edificios, calles, automóviles y después, al decir: eso es la maqueta de una ciudad, dijéramos eso es una ciudad.

Esos comentarios hacen aflorar una citación – inspirada en la Biblia y en el Corán – que menciono en mi libro *Alfabetização científica: Questões e desafios para a Educação* (Ijuí: UNIJUÍ, 2001, 436 p. 2ª edición), al discutir la dificultad de hacer modelos adecuados para los átomos: “¡... y de Él no harás imágenes!”.

La necesidad de usar modelos es consecuencia de dos limitaciones: (1) los modelos se destinan a descripciones de situaciones con las cuales difícilmente interactuaremos directamente y de las cuales apenas conocemos los efectos; y (2) los modelos son simplificaciones de situaciones muy diversificadas, para las cuales necesitaríamos de millares de descripciones diferentes. Estas dos limitaciones concurren fundamentalmente, aunque de forma diferente, para que determinemos nuestras exigencias sobre el modelo que vamos elaborar.

Si consideramos los dos modelos siguientes: (A) el modelo atómico; y (B) la descripción de un gas ideal, vemos como los modelos propuestos se comportan en función de las dos limitaciones antes presentadas.

No obstante, si se solicita a un grupo de personas que elaboren un modelo de un objeto, éste será el producto de lo que ellas conocen del objeto en cuestión. En un mismo grupo, podremos tener modelos muy distintos entre ellos, como consecuencia de los diferentes conocimientos que las personas tienen de lo modelado. Un surfista tiene condi-

ciones para hacer (y ciertamente lo hace) modelos de ondas del mar más próximas de la realidad que el bañista, que se queda en la arena de la playa, o de aquél que nunca vio el mar. El conocimiento que nosotros tenemos de algo es el producto de nuestra experiencia vivencial. Esta es una característica de la construcción de un modelo. Solamente conseguimos hablar de lo modelado a partir de nuestra vivencia con el mismo.

Una preocupación que debe impregnar toda tentativa de entender las Ciencias, en el caso de este artículo, la Química, es la de que las fórmulas y las leyes, elaboradas a partir de modelos, pretenden hacer aproximaciones de la realidad, dentro de las dos limitaciones antes citadas.

He procurado destacar que es difícil, a veces, hacer buenos modelos, hasta porque conocemos poco respecto del modelado. También es difícil por ser compleja la interacción con él. Vale recordar cuanto más fácil es hacer un modelo de la parte externa de un aparato de televisión que de sus complejos circuitos internos.

No obstante, es preciso insistir, que una simplificación no significa que el modelo sea incorrecto. El modelo es algo menos sofisticado, pero, en determinadas circunstancias, puede ser el más adecuado para tratar ciertos conocimientos. Recordemos, una vez más, cuanto precisa conocer un bañista sobre ondas (diferentemente de un surfista) para realizar su actividad. Así, el modelo de gas ideal es adecuado para la mayor parte de las situaciones en que tratamos de moléculas de gases; damos un tratamiento de gas ideal a un gas real.

He introducido aquí dos adjetivaciones para gas que son decisivas para entender muchas situaciones. Un gas ideal es solo un modelo, pero no es un gas. Una planta de una casa, por más

detallada que sea, no es una casa real. Solamente podemos morar en ella en sueños. Ninguna persona, cuando compra una entrada para un teatro, escogiendo la localidad en un modelo del teatro, acepta sentarse en el lugar escogido en el modelo. Queremos un asiento real y para elegirlo recurrimos al modelo. La sofisticación no significa, necesariamente, precisión. Un modelo simple puede ser hasta más correcto y más útil que el más sofisticado. Permítame retornar al mapa del teatro. Si en este estuvieran representados los circuitos eléctricos, la localización de los conductos de aire acondicionado y los detalles de la red hidráulica, el modelo sería más completo (o más sofisticado), pero muy probablemente menos útil para la elección de las mejores localidades para asistir a un espectáculo.

Es importante recordar, siempre, que la simplificación de un modelo trae facilidades y adecuaciones que, muchas veces, un modelo más elaborado no presenta. Termino este artículo, dando una respuesta a la cuestión que planteé en el comienzo de este texto: ¿Cuál es el modelo de átomo que debo enseñar? Depende para que los átomos modelados vayan ser usados después...

Agradecimiento

Mi agradecimiento a la profesora Manuela Martín Sánchez y al profesor Pedro J. Sánchez Gómez del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid por su fructuosa interlocución durante la elaboración de este artículo. A la profesora Manuela, también mi gratitud por su contribución para que las ideas que aquí presento pudiesen ser mejor expresadas en la lengua española.