

## *Para reflexionar*

### **LAS DEFINICIONES DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA QUÍMICA SEGÚN LOS PROFESORES**

**Andrés Raviolo**

Universidad Nacional de Río Negro y Universidad Nacional del Comahue,  
Bariloche, Río Negro, Argentina.

araviolo@bariloche.com.ar

#### **Resumen**

En este artículo se analizan las definiciones de los conceptos básicos (química, sustancia, reacción química, sustancia elemental, compuesto, elemento, átomo, molécula, ion) emitidas por profesores. Los resultados se presentan teniendo en cuenta la clase donde se incluye al término definido y las características del mismo. También se comparten algunas sugerencias didácticas útiles para la enseñanza de las definiciones de la química.

**Palabras clave:** definiciones, conceptos básicos química, profesores, enseñanza.

#### **Basic concepts of chemistry: teacher's definitions**

##### **Abstract**

In this article, an analysis about the definitions of basic chemical concepts (chemistry, substance, chemical reaction, elemental substance, element, compound, atom, molecule, ion) expressed by teachers, is carried out. In the results, the sort and the characteristics of the definite concepts, are showed. Some useful didactic suggestions for the teaching of chemistry definitions are shared.

**Key words:** definitions, basic concepts of chemistry, teachers, teaching.

## **INTRODUCCIÓN**

Definir es una de las habilidades cognitivas lingüísticas (Jorba, Gómez y Prat, 2000) más requeridas en la evaluación de conocimientos de las ciencias básicas. La definición se solicita al estudiante mediante preguntas del tipo: ¿Qué es?; ¿A qué se denomina?; ¿Qué significa?; y

busca la producción de un texto breve y preciso que indique las características esenciales que delimitan un concepto.

Una definición es una explicación del significado de un término con el fin de eliminar la vaguedad y la ambigüedad de las palabras. La habilidad de definir consiste en construir frases en función de explicar términos desconocidos

con la ayuda de otros conocidos, expresando las características necesarias y suficientes para que el concepto no se pueda confundir con otro.

Lo primero que debe aparecer en una definición es la clase o categoría donde se incluye el término. La clase de un concepto se deriva de su concepto de orden superior, por ejemplo: “una sustancia es materia...”, “un átomo es una partícula...” Luego figuran otras características que matizan a esa clase. Así, en dos conceptos cercanos (“sustancia elemental” y “compuesto”) se aprecia una clase próxima y una diferencia específica. Las definiciones surgen, entonces, de un proceso de clasificación en el que existe un orden jerárquico, donde desde un concepto de mayor generalidad se derivan otros más específicos. La clase es acompañada de otras características referidas a, por ejemplo: (1) propiedades, (2) composición, (3) origen, (4) subcategorías, (5) funciones, etc.

Por ejemplo, ante la pregunta qué es un ion, las respuestas “un ión tiene carga eléctrica” o “puede ser un catión o un anión”, son definiciones que carecen de clase (partícula en este caso) y se refieren, respectivamente, a una propiedad y a subcategorías del concepto.

Este trabajo persigue los siguientes objetivos: (a) analizar las definiciones de los conceptos básicos de la química emitidas por profesores, (b) comparar los resultados obtenidos con el análisis de textos de nivel medio realizado (Raviolo, 2008a) y (c) compartir algunas sugerencias didácticas útiles para la enseñanza de las definiciones de la química.

## METODOLOGÍA

Se entregó un cuestionario a cincuenta y cinco docentes que asistieron a cinco cursos de perfeccionamiento sobre la enseñanza de la reacción química, coordinados por el autor, cuatro de los cuales se desarrollaron en congresos nacionales de enseñanza de las ciencias. El 49% de los encuestados poseía el título de profesor, el resto poseía título habilitante o técnico. Se les suministró una hoja donde estaban escritos los nueve conceptos a definir y espacio entre ellos para hacerlo. Los conceptos fueron: Química, Sustancia, Reacción química, Sustancia elemental, Compuesto, Elemento, Átomo, Molécula, Ion. El cuestionario era anónimo y el análisis de los resultados se realizó en forma independiente por dos investigadores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de mostrar los resultados obtenidos se presenta primero la *clase* en que los profesores han incluido el concepto, luego las *características* (propiedades, funciones, etc.) que les han asignado, ambas acompañadas del porcentaje de sujetos encuestados que la sostienen y, por último, alguna discusión pertinente.

### Química

*Clase:* Ciencia -práctica, experimental, natural, rama de la ciencia- (89%).

*Características:* Que estudia o se ocupa del estudio (89%) de: la materia (62), las sustancias (20), los elementos (9), los fenómenos o procesos químicos (9), los materiales (7), los compuestos químicos (4), las moléculas (4). Estos entes sufren transformaciones (49%),

cambios o modificaciones (22), cambios energéticos (15), reacciones (13). Estudia de las sustancias: sus propiedades o características (31%), su composición (13), interacciones (11) y estructuras (11).

Sólo un profesor (2%) de los encuestados incluyó en la definición de química a sustancia y reacciones de las sustancias; “Ciencia que estudia reacciones y sustancias”. Una revisión conceptual, histórica y didáctica sobre estos tres conceptos (química, sustancia y reacción química) ha sido realizada recientemente (Raviolo, Garritz y Sosa, 2011).

### **Sustancia**

*Clase:* Materia (26%), clase de materia (22), material (9), sistema homogéneo (9), componente o constituyente de la materia (13), compuesto (7), “cada una de las ...” (7), calidad de materia (5), elemento o conjunto de elementos (5), especie o entidad química (4).

*Características:* El 43% hizo referencia a que una sustancia está caracterizada por sus propiedades: caracterizada por propiedades intensivas propias (16%), caracterizada por propiedades (13), con propiedades definidas (7), con propiedades físicas y químicas propias (7). No fraccionable (2%), tiene una fórmula (2), puede ser simple o compuesta (5), composición definida (1).

Un 27% presentó en la definición sólo la clase, sin desarrollar características, y un 7% no incluyó la clase en la definición de sustancia. Pocos se refirieron a aspectos microscópicos de las sustancias: conjunto o arreglo de átomos, moléculas iones (4%), formada por un solo tipo de moléculas (5), formada por elementos -como clase de átomos- (5), formada por partículas de igual especie (4), formada por

átomos y moléculas (4), su mínima cantidad es un átomo o una molécula (2). Por otro lado, la proposición: “Sistema material homogéneo de un solo componente” resulta inadecuada al hacer depender la definición de sustancia de la de componente.

Muchos definen a sustancia con una sola característica: “que tiene propiedades intensivas propias”. Uno solo se refirió a la característica fundamental de una sustancia: su composición definida: “... tiene una composición química definida (se interpreta a través de una fórmula)”. La frase: “Materia con propiedades intensivas idénticas” si no hace referencia composición definida, fija, puede confundirse con la definición de disolución. Ninguno incluyó a sustancia en la clase de “materia homogénea” término que aparece en varios diagramas de clasificación jerárquica de la materia.

### **Reacción química**

*Clase:* Interacción (22%), proceso (16), transformación (15), cambio (15), fenómeno (11), combinación (9).

*Características:* Sujeto de la transformación: sustancias (dos o más) (35%), sustancias (una o más) (11), una sustancia o compuesto (11), sustancias reaccionantes o reactivos (15), elementos (dos o más) (11), compuestos (7), partículas, átomos, moléculas (5). Acción que le ocurre al sujeto: se transforman (18), interactúan (9), reaccionan (7), cambia la materia (5), se combinan (4), se mezclan (2). Finalidad de la acción: forman otras sustancias (dos o más) (25%), forman productos (18), forman una sustancia nueva (15), forman una o más sustancias diferentes (13). Resultado final: propiedades diferentes a las iniciales (15%),

cambian propiedades intensivas (5), cambia composición de las sustancias (5), modifica su identidad (2). Otras propiedades mencionadas: con liberación o absorción de energía (5%), cambio permanente (2), proceso reversible (2), modifica naturaleza interna sustancia (2).

Pocos definieron a la reacción química a nivel partículas: reordenamiento de átomos (5%), modifica la estructura molecular (4), rompen y establecen nuevos enlaces (4). En general, estas definiciones contemplan sólo a sustancias moleculares.

Una concepción alternativa frecuente de cambio químico es considerarlo como una modificación, en la cual la sustancia varía su apariencia o propiedad pero mantiene su identidad (Andersson, 1990). A esta idea contribuyen, directa o indirectamente, el 50% de las definiciones extraídas de los libros de texto analizados y en el 21% de los profesores encuestados: “Se forman sustancias con propiedades intensivas diferentes”, “Y cambian las propiedades de las sustancias”.

### **Sustancia elemental**

*Clase:* Es una sustancia (49%), un elemento (9), materia (7), sistema homogéneo (5), átomos o moléculas (4), sustancia compuesta por (5).

*Características:* Formada por el mismo tipo o clase de átomo (24%), formada por un solo/único elemento (16), formada por átomos del mismo elemento (13), formada por átomos iguales (9), formada por una sola clase de elemento (9). No puede descomponerse por métodos físicos o químicos en otras sustancias (5%), no se puede descomponer en sustancias (5), no fraccionable, no se puede separar (5), que no ha sido combinada (4).

Curiosamente un 20% de los encuestados no incluyó una clase en la definición de sustancia elemental y se refirió sólo a sus características. La discusión conceptual y didáctica sobre los términos elemento y sustancia elemental se realizó en Raviolo (2008c).

### **Compuesto**

*Clase:* Es una sustancia (44%), sistema homogéneo (7), materia o porción de materia (5), combinación química de dos o más átomos (4), unión o combinación de dos o más elementos (4), conjunto de elementos (4), combinación de dos o más sustancias/ combinadas químicamente (4).

*Características:* Formado por átomos de distinta clase (22%), formado por átomos de distinto elemento (15), formado por más de un elemento (15), formado por átomos diferentes (11), formado por dos o más clases de elementos (9), formado por dos o más sustancias distintas (7), formado por moléculas de átomos distintos (4). Puede descomponerse en sustancias simples diferentes (7%), puede descomponerse por métodos químicos (4), no fraccionable (4).

Un 20% hizo referencia sólo a características del concepto compuesto, sin incluir una clase. Llama la atención en las definiciones, tanto para el concepto de compuesto como para el de sustancia elemental, el poco peso puesto en la característica macroscópica- experimental de poder, o no poder, obtener a partir de ella por descomposición otras sustancias.

### **Elemento**

*Clase:* Es una sustancia simple o elemental (22%), clase o tipo de átomos (18), cada una de las ... (15), átomo o átomos representativos (13), materia o porción de materia (13), unidad

constitutiva (4), sustancia de la tabla periódica (4), lo que tienen en común las sustancias (4).

*Características:* Clasificados o figuran en la Tabla Periódica (13%), forman la materia o las sustancias (11), con características propias (9), con iguales propiedades físicas y químicas (7), con igual número atómico (4), indivisible (4), con propiedades específicas iguales (4), naturales o sintéticos (4).

Un 11% hizo referencia sólo a características del concepto elemento. Se aprecia una gran diversidad de definiciones, aunque ninguna hace referencia al posible doble significado de elemento: como tipo de átomos o como sustancia elemental. Si se define a elemento como sustancia elemental, en las reacciones químicas no se conservan los “elementos”.

### **Átomo**

*Clase:* Es materia o porción de materia (38%), partícula o partícula elemental (24), menor porción de elemento (16), menor porción de sustancia (2), unidad o mínima unidad (9), mínima expresión de materia (4), componente o parte de la molécula (7), elemento (4).

*Características:* Conserva propiedades del elemento (4%), conserva propiedades de la materia (4), forma o constituye a la materia (11), representativo de un elemento (9), capaz de combinarse (5), con identidad propia (7), formado por protones, neutrones y electrones (11), interviene en una reacción química (7), neutro (4), inalterable en el cambio químico (4). Un 4% hizo referencia sólo a características del concepto átomo. Ninguna definición incluyó el término “unidad básica” frecuentemente empleado, ni la alternativa superadora: “es una partícula mononuclear neutra” (Sosa, 2007).

### **Molécula**

*Clase:* Es una porción o menor porción de una sustancia (29%), porción o mínima porción de materia (22), conjunto o grupo de átomos (16), átomos unidos por enlaces (13), la unión de (9), partícula (7), combinación de átomos (4), clase de sustancia (4), parte más pequeña de algunas sustancias (2),

*Características:* Formada por dos o más átomos (18%), formada por átomos combinados (4), por uniones o enlaces covalentes (7), conserva las propiedades de las sustancias (24), conserva propiedades de la materia (7), puede existir en estado libre (7), representa a la sustancia (7), neutra (4), compone o forma la materia (4), proporción única de átomos (4).

Un 7% hizo referencia sólo a características del concepto molécula. Pocos mencionaron el inadecuado término de “moléculas monoatómicas” (4%). La definición “Conjunto o grupo de átomos unidos por enlaces covalentes” resulta imprecisa porque podría corresponder una porción muy pequeña de un sólido covalente. Al igual que con la definición de sustancia, un bajo porcentaje menciona la composición o proporción definida o única. Ninguno se refirió a molécula en términos de Sosa (2007): “partícula polinuclear neutra”.

### **Ion**

*Clase:* Es un átomo o transformación de un átomo (27%), una partícula (25), átomo o grupo de átomos (24), átomo o molécula (9), entidad o especie química (4), molécula (4), carga eléctrica (4).

*Características:* Con carga eléctrica o con carga neta (73%), ganado o perdido uno o más electrones (24), puede ser catión o anión (15).

Una gran diversidad de clases se empleó para definir a ion. Solo el 2% no mencionó la clase en la que incluyen al término. Tampoco se utilizó la definición alternativa propuesta por Sosa (2007): “partícula mono o polinuclear con carga”.

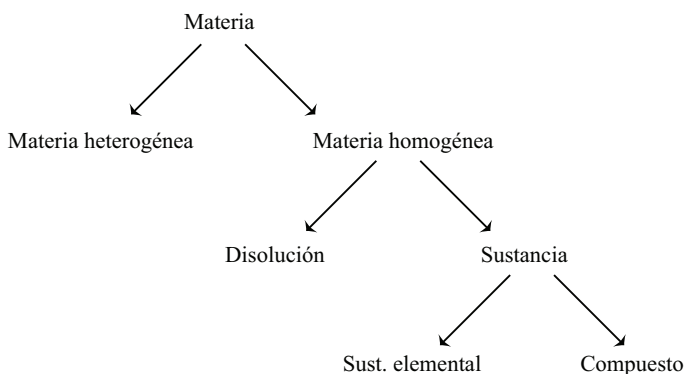
## SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

La discusión conceptual y didáctica de las definiciones frecuentes de estos conceptos se llevó a cabo previamente en esta revista (Raviolo, 2008b, 2008c, 2009). El análisis de cómo los libros de texto definen estos conceptos básicos se publicó en Raviolo (2008a). En estos artículos se encuentran definiciones adecuadas que se brindan como sugeridas para emplear en un contexto de enseñanza. También se resalta la importancia de definir a sustancia, reacción química, sustancia elemental y compuesto, diferenciadamente en sus dos niveles: macroscópico y nanoscópico. En los resultados obtenidos se aprecian pocas definiciones a nivel nanoscópico de sustancia y de reacción química, y que la mayoría hace referencia a aspectos macroscópicos observables de estos conceptos; en cambio, en las definiciones de sustancia elemental y compuesto se aprecia lo contrario.

La escasa aparición de definiciones que resaltan características relacionadas con el trabajo experimental, como en el caso de compuesto y sustancia elemental, ponen en relieve que las prácticas de laboratorio no son frecuentes. Este aspecto debe revertirse, con el objetivo de ilustrar con experimentos sencillos las características del concepto definido.

Por otra parte, es necesario aprender a definir, para lo cual se presentan tres sugerencias para la enseñanza:

1. Presentar una clasificación o diagrama jerárquico, donde se destaquen las clases o categorías en las que se incluyen los términos a definir. Por ejemplo:



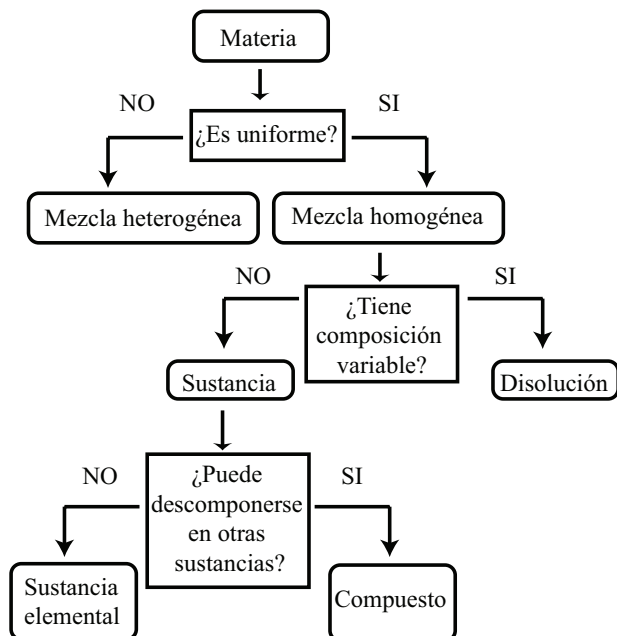
Frecuentemente existen dificultades para definir porque también existen para clasificar, y clasificar requiere un trabajo conceptual, más que algorítmico, en la enseñanza de la química. La clase del concepto definido se desprende del concepto inmediato superior y no debería saltarse niveles; por ejemplo, la definición: “un compuesto es materia homogénea formada por átomos de más de un elemento”, es imprecisa dado que podría corresponder a una disolución de dos gases (He y Ne por ejemplo).

2. Presentar las definiciones escritas de una forma clara sin ambigüedades, subrayando la clase o categoría en la que se incluye término. Por ejemplo: “Una sustancia elemental es una sustancia a partir de la cual no puede obtenerse sustancias más simples por medios químicos” o “Una reacción química es un proceso en el cual una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otra u otras”.

Además de hacer explícita la diferencia entre clase y características del concepto definido, también se podría clasificar esas características

en: (1) propiedades, (2) composición, (3) origen, (4) subcategorías, (5) funciones, etc.

3. Presentar un diagrama de flujo, donde se destaquen las propiedades o características de los términos definidos.



De esta forma se guía al estudiante a definir un concepto extrayendo la clase del mismo desde un diagrama clasificatorio y sus características de un diagrama de flujo: “Una disolución es materia homogénea de composición variable”. Otra actividad interesante, una vez consolidada la anterior, puede ser solicitar a los estudiantes que construyan estos diagramas.

## CONCLUSIONES

Tanto los profesores como los libros de texto de nivel medio: (a) no definen algunos conceptos básicos que abordan, (b) muestran una alarmante diversidad de afirmaciones, de clases o de características, de los conceptos, (c) presen-

tan proposiciones erróneas o generalizaciones imprecisas y (d) no tienen en cuenta las concepciones alternativas que pueden fomentar, directa o indirectamente.

La primera información que tiene que aparecer en la definición es la referida a la clase en que se incluye el término definido, esto no es siempre tenido en cuenta en las definiciones de los profesores. Además, es poco habitual la presentación de los conceptos a nivel nanoscópico, por ejemplo los de sustancia y de reacción química. La apropiación conceptual profunda se produce cuando el alumno puede relacionar correctamente los atributos macroscópicos con entidades e imágenes nanoscópicas.

Los profesores encuestados no mejoraron las definiciones que aparecen en los libros de texto que utilizan. En muchos casos, las omisiones u errores de los textos se amplifican en las respuestas de los docentes. La situación en el aula puede ser más caótica si se tiene en cuenta que los profesores encuestados son docentes que participan en cursos de perfeccionamiento, con actitudes de superación e interesados en la enseñanza.

## REFERENCIAS

- Andersson, B.** (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A.** (Eds.) (2000). *Hablar y escribir para aprender*. Ed. Síntesis. Madrid.
- Raviolo, A.** (2008a). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Educación Química*, 19(4), 315-322.
- Raviolo, A.** (2008b). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. I. Química,

sustancia, mezcla y reacción química. *Educación en la Química*, 14(1), 3-16.

**Raviolo, A.** (2008c). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. II. Elemento, sustancia elemental y compuesto. *Educación en la Química*, 14(2), 77-89.

**Raviolo, A.** (2009). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. III. Átomo, molécula e ion". *Educación en la Química*, 15(1), 3-11, 2009.

**Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P.** (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka de Divulgación y Enseñanza de las Ciencias*, en prensa.

**Sosa, P.** (2007). *Conceptos base de la química*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

**Agradecimientos:** a dos profesoras que contribuyeron con sus aportes en esta discusión sobre las definiciones en ciencias, Graciela Casado y Paula Siracusa.

Un avance de este trabajo se presentó como poster en la REQ XV, B. Aires, mayo 2011