

El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos *compuesto, elemento y mezcla*

El problema del llenguatge en l'ensenyament dels conceptes *compost, element i mescla*

The problem of language in teaching the concepts *compound, element and mixture*

Plinio Sosa Fernández / Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química.

Departamento de Química Inorgánica y Nuclear

Nadia Méndez Vargas / Universidad Nacional Autónoma de México. Colegio de Ciencias y Humanidades

44

ISSN 2013-1755, SCQ-IEC Educació Química EduQ número 8 (2011), p. 44-51



resumen

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica para enseñar conceptos fundamentales de la química (*compuesto, elemento, mezcla, etc.*) a partir de definiciones con un lenguaje directo, no especializado y, por tanto, más cercano a los conocimientos de los alumnos. La propuesta de enseñanza de estos conceptos está basada en un enfoque pedagógico que va de lo familiar a lo poco conocido, de lo concreto a lo abstracto y de lo sensorial a lo invisible.

palabras clave

Compuesto, elemento, mezcla, sustancia, terminología.

resum

En aquest treball es presenta una proposta didàctica per ensenyar conceptes fonamentals de la química (*compost, element, mescla, etc.*) a partir de definicions amb un llenguatge directe, no especialitzat i, per tant, més proper als alumnes. La proposta d'ensenyament d'aquests conceptes està basada en un enfocament pedagògic que va del més familiar al poc conegut, del concret a l'abstracte i del sensorial a l'invisible.

paraules clau

Compost, element, mescla, substància, terminologia.

abstract

A didactic proposal to teach basic concepts of chemistry (compound, element, mixture etc.) is presented based on alternative definitions with direct, non-specialized language which is closer to the pupils' knowledge. This proposal is based on a pedagogical approach which goes from the familiar to the unknown: from concrete to abstract, and finally from sensory to invisible.

keywords

Compound, element, mixture, substance, terminology.

Introducción

¿Cómo se deben enseñar los conceptos en una disciplina tan abstracta como la química, la cual posee un lenguaje científico propio, otro que comparte con otras disciplinas y, por últi-

mo, el lenguaje cotidiano que emplean los alumnos y que está inmerso en los otros dos? Aunque los docentes lo nieguen, en el aula constantemente se da una negociación con respecto al lenguaje científico y al cotidia-

no, una acción que ocurre también con el propio adolescente, que está buscando su identidad tratando de encontrar la diferencia dentro de la igualdad con sus pares y en contra de lo establecido.

Este trabajo tiene como finalidades:

- Mostrar la problemática del uso inadecuado del lenguaje en la enseñanza de los conceptos *mezcla*, *compuesto* y *elemento*.
- Hacer una propuesta didáctica para abordar dicha problemática consistente en incorporar otros conceptos (*materiales*, *sustancias*, *sustancias elementales*, *sustancias compuestas* y *elemento*), transferir el énfasis de unos a otros y definirlos a todos ellos de forma coherente, disciplinaria y pedagógica al mismo tiempo.

El problema del lenguaje

En las aulas existe la convivencia del lenguaje común con el lenguaje científico. Por ejemplo, existen términos que poseen un determinado significado en la vida común y otro muy distinto en el ámbito científico.

Además, los libros y los docentes emplean un lenguaje específico que utiliza, sin diferencias y al mismo tiempo, lo nanoscópico,¹ lo macroscópico y lo simbólico, lo cual hace muy difícil que los alumnos lo entiendan.

Respecto al último punto, es común que el profesor (con la intención de hacerse entender) emplee palabras que puedan confundir al alumno, y lo más grave es que pocas veces se detiene a reflexionar sobre lo que ha dicho o si fueron las palabras adecuadas para el alumno. En lugar de favorecer la comprensión de lo que se dice, esa «comunicación» termina convirtiéndose en un monólogo docente en el que se expresan palabras vacías, carentes de significado o con significados diferentes a los que les dan los alumnos (fig. 1).

En un intento por evitar esa ambigüedad, Borsese (1998)



Figura 1. Actividad para hacer explícitas las ideas de los alumnos.

apunta que las características del lenguaje científico deben ser:

- Correspondencia unívoca: se refiere a que los términos empleados en el ámbito científico no pueden tomar matices diferentes según los diferentes contextos en que se usan.

- Significación: para cada frase científica hay criterios por los cuales podemos aceptar o rechazar tal frase.

- Invariabilidad de contexto: un lenguaje preciso para evitar ambigüedades.

Dentro de la enseñanza de la química, esta problemática se ve reflejada en el entendimiento y la comprensión conceptual. Algunos trabajos han revelado que los alumnos comprenden poco determinados conceptos, una confusión que deriva de ciertos factores ya mencionados.

Por ejemplo, Furió (2000) señala que los alumnos tienden a confundir los conceptos *sustancia química* y *compuesto químico*, prerrequisitos conceptuales necesarios para que posteriormente conceptualicen *cambio químico* y para diferenciarlo de *cambio físico*; por ejemplo, pien-

san que agua y hielo, o que el aluminio de una pieza y el aluminio en polvo, son sustancias distintas. El significado que atribuyen a estas palabras es el que predomina en el ámbito cotidiano, de modo que se reitera la influencia que el medio ejerce sobre la percepción de los alumnos.

El concepto *sustancia química* que emplean los estudiantes es sinónimo de *material*. Aunado a lo antes mencionado, el docente y los libros de texto ponen un gran énfasis, durante los cursos de química, en los conceptos *compuesto* y *elemento*, mientras que el concepto *sustancia* se emplea poco.

Pozo y Gómez (1998) señalan que, en la vida cotidiana, todos los materiales o sustancias son considerados como mezclas de elementos. De ahí deriva que los elementos, últimos componentes de cualquier material, para el alumno sean, paradójicamente, las sustancias puras. Es evidente que confunden las mezclas con las sustancias, ya que este es un término muy empleado en el ámbito cotidiano. ¿Cuántas veces han escuchado frases como «era

1. Así como la escala microscópica se refiere a las distancias cercanas a la micra (una millonésima de metro), la escala nanoscópica se refiere a las distancias alrededor del nanómetro (una milmillonésima de metro). En un nanómetro caben seis átomos de hidrógeno alineados.



Figura 2. Alumnos reconociendo algunos materiales para distinguirlos como mezcla o sustancia.

una sustancia viscosa», «tenía una sustancia de color negro» o «pásame esa sustancia» dando el significado de *sustancia* a un material que, muy probablemente, contenga varias sustancias o bien asociando *sustancia* a algo que se encuentra en estado líquido?

De acuerdo con la falta de diferenciación del concepto macroscópico de *sustancia* y *mezcla*, existe también la dificultad de distinguir entre *compuesto* y *mezcla*. Algunos alumnos no diferencian estos conceptos. No han adquirido los conceptos operacionales de *mezcla*, *sustancia*, *elemento* y *compuesto*. Es por ello que no logran concebir que de una mezcla se puedan obtener sustancias tanto compuestas como elementales y que de una sustancia compuesta se puedan obtener sustancias elementales.

Aunado a lo anterior, es común que se recurra al uso de definiciones que pertenecen a la teoría atómica, como, por ejemplo, la de *compuesto* como «aquella sustancia constituida por átomos distintos». Estrictamente, aun cuando los químicos saben que una mezcla no es una sustancia, esta definición da pie a suponer, quizás para un novato, que también incluiría las mezclas, dado que en este tipo de sistemas también hay átomos diferentes. Caamaño

(1998) ha abordado este tema tanto en términos de los niveles estructurales de la materia como en términos de lenguaje (Caamaño e Irazoque, 2009).

Estos son algunos ejemplos que intentan mostrar la confusión que predomina en los adolescentes con respecto a estos conceptos. Si no entienden estos conceptos básicos en la enseñanza de la química, muy probablemente tendrán problemas en la comprensión de otros conceptos más complejos.

Si se analizan algunas definiciones tradicionales, es posible detectar en ellas palabras «que no significan nada» para el alumno. Así lo refiere Borsese (2000) cuando dice que solo se consolida el significado de las palabras si existe una conexión de estas con los conocimientos ya adquiridos; si no se da ese proceso, es probable que se escuchen o se lean palabras vacías. Este panorama fomenta la simple memorización de las definiciones para poder aprobar el curso, sin que exista una reflexión y un análisis de las mismas.

Es importante plantear el cambio desde el origen, es decir, desde los conceptos básicos de la química, que son los que se ubican en lo concreto y que son los que interesan en este trabajo.

Definiciones usuales en química

En nuestra opinión, muchas de las definiciones usadas en química son malas desde el punto de vista pedagógico. A continuación, comentamos algunas de ellas.

1. La química es la ciencia que estudia la materia, la energía y sus cambios (fig. 3).

Esta es una definición que no define, puesto que si decimos «la física es la ciencia que estudia la materia, la energía y sus cambios», también es cierto. Una definición que se aplica por igual a ambas disciplinas no es una buena definición. En efecto, la química estudia la materia, la energía y sus cambios, pero no todo lo relacionado con ello. La química estudia única y exclusivamente aquellos procesos en los se forman unas sustancias a partir de otras.

2. La materia está formada por átomos de diferentes clases combinados de diversas maneras.

Esta definición, si bien es correcta porque explica cómo está formada la materia a nivel nanoscópico, no es la más apropiada desde el punto de vista pedagógico, ya que salta desde un concepto abstracto (*materia*)



Figura 3. Alumnos que realizan un mapa conceptual para ubicar la química como una ciencia.

hasta una entidad física (*átomo*) que es imposible de ver debido a su tamaño tan pequeño. A un alumno joven, el concepto *materia* expuesto así no le dice nada. Por otro lado, esas pequeñas partículas invisibles y totalmente ajenas a su experiencia pueden ser concebidas como auténticas entelequias.

En segundo lugar, esta aseveración estrictamente se trata de una simplificación. En realidad, la naturaleza corpuscular de la materia es mucho más compleja y requiere una descripción más detallada: los objetos y los seres

que conocemos están hechos de materiales, los materiales pueden ser una sola sustancia o varias sustancias mezcladas, las sustancias consisten en partículas (átomos, iones o moléculas).

A continuación se muestra un mapa conceptual (Sosa, 2007), en un orden con sentido pedagógico (de lo familiar a lo desconocido), que describe mejor el detalle y la complejidad de la materia (fig. 4).

En tercer lugar, induce a pensar que todas las sustancias consisten en átomos sueltos, dejando de lado aquellas que consisten en moléculas y, todavía peor, aque-

llas que están formadas por redes (iónicas, metálicas y covalentes).

En cuarto lugar, el hecho de hablar de «átomos de diferentes clases combinados de diversas maneras» remite a lo que se puede llegar a convertir en un terrible error conceptual: el hecho de no poder distinguir los compuestos de las mezclas. Decir que el agua está formada por átomos combinados (de hidrógeno y oxígeno) se entiende como que está formada por «átomos sueltos de hidrógeno y oxígeno mezclados en una determinada proporción».

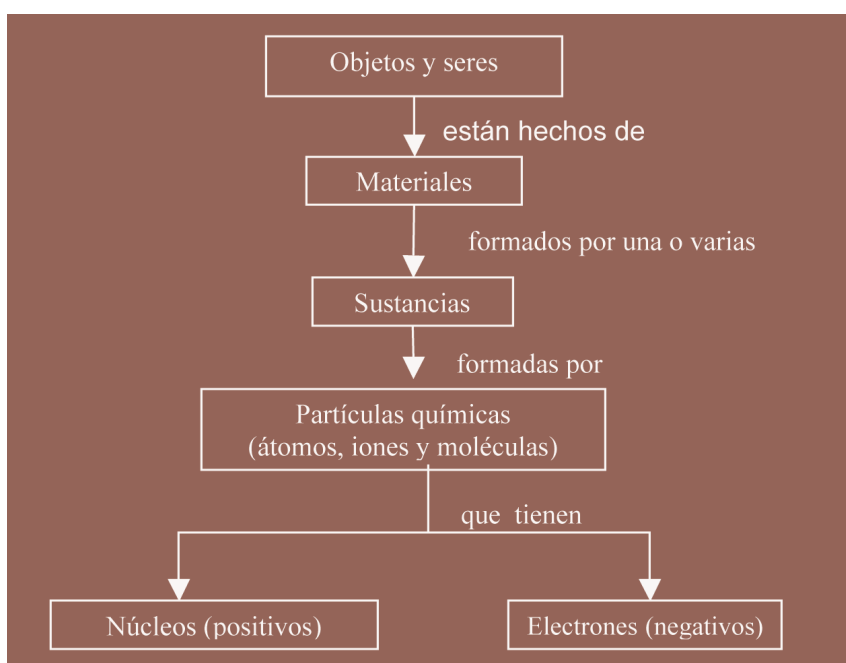


Figura 4. Mapa conceptual sobre la materia: «De qué están hechas las cosas».

3. La materia se clasifica en mezclas y sustancias puras.

Esta es una aseveración absurda en dos sentidos. Es absurdo que haya una categoría que se llame *mezclas*. Cuando, en una cierta situación, se tienen juntos miembros de distintas categorías, se puede hablar de *mezcla*. En una granja puede haber gallinas y cerdos mezclados. Pero lo que no tendría sentido sería clasificar los vertebrados en seis categorías: peces, anfibios, reptiles, aves, vertebrados y... ¡mezclas! Obviamente, es correcto decir que la materia se puede presentar en forma de sustancias o mezclas, pero hay que tener cuidado en el



Figura 5. Actividad para clasificar los materiales.

hecho de que no se entienda que las mezclas son una categoría de clasificación (fig. 5).

Cuando decimos que tenemos «una sustancia pura», lo que realmente queremos decir es que tenemos «una sola sustancia». En el contraejemplo mencionado, sería absurdo hablar de cerdos puros y gallinas puras para comunicar que los cerdos solo son cerdos y que las gallinas no están contaminadas con cerdos.

Esta aseveración también refuerza la confusión entre *sustancia* y *mezcla* toda vez que abre la posibilidad de «la existencia de sustancias constituidas por varias sustancias». ¿Qué otra cosa podría ser el concepto implícito *sustancias impuras*?

Un contraejemplo más: si habláramos de «españoles puros», «mexicanos puros» y «mezclas» para referirnos respectivamente a la comunidad de españoles, a la comunidad de mexicanos y a una comunidad con españoles y mexicanos juntos en una cierta actividad o en un cierto lugar (por ejemplo, en un crucero en el Caribe), sería extraordinariamente confuso. La palabra *comunidad* resuelve el problema. Y no representa ninguna dificultad enten-

der que puede haber comunidades de una sola nacionalidad, como la comunidad española o la mexicana, y comunidades de varias nacionalidades, como la iberoamericana.

En el caso de las definiciones en química, pensamos que hace falta una palabra: *material*. Podríamos hablar de que los objetos y los seres que conocemos están hechos de «materiales». Estos pueden ser de uno o varios «constituyentes». Los materiales de un solo constituyente son las *sustancias*, mientras que los materiales de varios constituyentes son las *mezclas*.

4. Las mezclas se pueden separar físicamente en sustancias puras.

5. Las sustancias puras pueden ser compuestos o elementos.

6. Los compuestos se pueden separar químicamente en elementos.

Las definiciones 4, 5 y 6, junto con la definición 1, contribuyen al reforzamiento del mismo error conceptual: la confusión entre *compuesto*, *sustancia* y *mezcla*. Dado que la definición de la quí-

mica no sirve para distinguirla de la física, tampoco se entiende en qué es diferente «separar físicamente» de «separar químicamente». Lo más probable es que, para un novato, los adverbios *físicamente* y *químicamente* no signifiquen nada. Entonces las definiciones 4 y 6 podría entenderlas simplemente así: «4. Las mezclas se pueden separar en sustancias puras», «6. Los compuestos se pueden separar en elementos».

Considerando la definición 5, la definición 6 nos llevaría también al absurdo de «una sola sustancia» constituida por varias sustancias: una sustancia compuesta formada por varias sustancias elementales combinadas.

Aquí pensamos que hay varios problemas lingüísticos.

En primer lugar, que al sustantivar los adjetivos *compuesto* y *elemental* se omite la palabra *sustancia*. Decimos *compuestos* y *elementos*, pero sería más preciso decir *sustancias compuestas* y *sustancias elementales*. Decir el nombre completo permite hacer énfasis en que ambas son sustancias.

En segundo lugar, que lo que ocurre en una descomposición química no es que «se separen los elementos», sino que una sustancia compuesta «se transforma» o «se descompone» en sustancias más simples o en sustancias elementales. Se trata de una reacción química en la que las partículas de una sustancia, al ser sometida a condiciones extremas (altas temperaturas, acción de la electricidad, etc.), interactúan fuertemente entre sí, se rompen enlaces, intercambian partes (núcleos y electrones) y se forman nuevas partículas en las que solo hay núcleos del mismo tipo, es decir, con el mismo número de protones, en el caso que las sustancias formadas sean elementales. Una reacción química es un proceso peculiar y

mucho más complejo que dista enormemente de la idea asociada a simplemente separar. Aunque se intente aclarar con el adverbio *químicamente*, el hecho de usar el verbo *separar* para explicar las descomposiciones químicas es una elección desafortunada.

En tercer lugar, la palabra *elemento* tiene dos significados. En efecto, tiene el de «sustancia simple o sustancia elemental», pero también tiene el de «entidad simbólica que sirve para representar átomos del mismo tipo» (es decir, cuyos núcleos tienen el mismo número de protones). Lamentablemente, son significados muy diferentes. De hecho, pertenecen a categorías ontológicas y a escalas distintas. Mientras que las sustancias elementales pertenecen al mundo de la materia y a una escala macroscópica (o molar), los elementos químicos pertenecen al mundo de las ideas y a una escala nanoscópica (o atómica). En otras palabras, *sustancia elemental* y *elemento químico* no son sinónimos y haríamos bien en distinguirlos.

El propio Mendeléyev ya señalaba estos dos significados del concepto *elemento* como lo señala Scerri (2008):

Mendeléyev repetidamente hacía énfasis en que existe un sentido dual del concepto de elemento. En el primer caso, los elementos son la etapa final del análisis químico, o algo que puede ser aislado y que no puede ser simplificado todavía más. Esta es la noción de elemento en la que por primera vez puso énfasis Antoine Lavoisier en el siglo XVIII cuando los llamó sustancias simples.

Pero existe una segunda noción que a veces Mendeléyev llamaba elementos reales con el propósito de indicar su estatus más fundamental. En este sentido, los elementos representan sustancias abstractas que carecen de lo

que normalmente consideramos como propiedades y que representan la forma que los elementos toman cuando se presentan en forma de compuestos. Por ejemplo, el sodio y el cloro, como sustancias simples —un metal gris y un gas verdoso, respectivamente—, no están literalmente presentes en el compuesto cloruro de sodio (sal de mesa). Mendeléyev habría dicho que el sodio y el cloro están presentes en el compuesto como los elementos reales o elementos abstractos.

Permítanme hacer énfasis en que estos elementos abstractos son de todas formas reales y, por supuesto, deberían ser vistos, de algún modo, como más fundamentales que los elementos como sustancias simples que pueden de hecho ser aisladas. Mendeléyev dio solo un atributo al elemento abstracto, concretamente, el peso atómico. Es el peso atómico del sodio, por ejemplo, el que preserva su identidad cuando el sodio entra en combinación química. Así como Mendeléyev daba a entender que la versión abstracta del concepto era más real, también ponía énfasis en que su clasificación periódica tenía que ver en principio con los elementos abstractos.

En la actualidad, el único atributo de *elemento* en su sentido abstracto es el número de protones (o número atómico).

Mientras que las sustancias elementales pertenecen al mundo de la materia y a una escala macroscópica (o molar), los elementos químicos pertenecen al mundo de las ideas y a una escala nanoscópica (o atómica). Sustancia elemental y elemento químico no son sinónimos

Definiciones alternativas a las usuales

Considerando la discusión anterior, presentamos un conjunto de definiciones alternativas para rescatar el espíritu de las definiciones usuales, pero, al mismo tiempo, para dotarlas de coherencia y sentido pedagógico.

– **Química:** es la ciencia que estudia todo lo relacionado con aquellos procesos en los que se obtienen unas sustancias a partir de otras.²

– **Materia:** es todo lo que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. Es la palabra genérica que usamos para referirnos a todo lo que ocupa un lugar en el espacio. En condiciones moderadas de presión y temperatura (como las que imperan en las inmediaciones de nuestro planeta), se manifiesta en forma de materiales.

– **Materiales:** son todas las sustancias y mezclas de sustancias de las que están hechos los objetos, los seres y los cuerpos. Un determinado material puede estar constituido por una o varias sustancias.

– **Sustancias:** son materiales de aspecto homogéneo que constan de un solo constituyente. Cada sustancia posee un conjunto de propiedades específicas e invariables que la distinguen de las demás sustancias. Están formadas por pequeñas partículas que pueden ser iones, moléculas o átomos. Las propiedades macroscópicas de las sustancias son consecuencia de la estructura interna y de las interacciones de sus partículas. La composición química de una sustancia señala cuáles y cuántos elementos integran sus partículas. En la actualidad, el intenso trabajo de investigación de los químicos en todo el mundo hace que el número de sustancias se incremente segundo a segundo.³

2. Véase más adelante la definición de reacciones químicas.

3. <http://www.cas.org/index.html>.

– **Partículas químicas:** son las pequeñas unidades que integran una sustancia. Son muy pequeñas y muy ligeras, hasta el punto de que en unos cuantos gramos de cualquier sustancia hay del orden de un cuatrillón de partículas. Están constituidas por un cierto número de núcleos (con carga eléctrica positiva) interactuando con un cierto número de electrones (con carga eléctrica negativa). Pueden ser iones (partículas cargadas mononucleares o polinucleares), moléculas (partículas polinucleares neutras) o átomos (partículas mononucleares neutras). Las partículas se describen en función del número y del tipo de elementos que contienen (fig. 6).

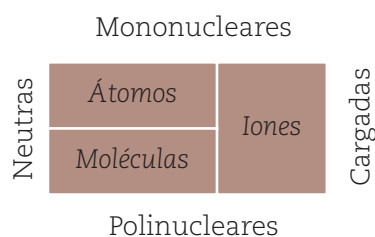


Figura 6. Tipos de partículas químicas.

– **Núcleos:** son la parte positiva de las partículas químicas. Concentran la mayor parte de la masa de las partículas que constituyen. Están formados por protones (con carga positiva) y neutrones (sin carga).

– **Electrones:** son la parte negativa de las partículas químicas. Pueden transferirse de una partícula a otra, pueden moverse a través de los metales e inclusive se generan en ciertas reacciones nucleares. No se puede saber ni su forma, ni su tamaño, ni su localización precisa, ni cómo se mueven. Se distribuyen por capas alrededor de los núcleos. Ocupan regiones inmensamente grandes (comparadas con el tamaño de los núcleos) llamadas *dominios electrónicos*. Los electrones más

externos (los de la última capa) ocupan regiones tan grandes como las propias partículas químicas a las que pertenecen.

– **Mezcla:** en química, se refiere a un material constituido por dos o más sustancias. La composición química de una mezcla indica cuáles y cuántas sustancias la constituyen.

– **Elemento químico:** entidad simbólica que sirve para representar a los átomos (libres o en las partículas) caracterizada por el número de protones que tienen en el núcleo. Se conocen más de cien elementos distintos. A cada uno se le ha dado un nombre y un símbolo químico (una abreviatura de una o dos letras) y se acostumbra a agruparlos en la tabla periódica de los elementos.

– **Sustancias elementales:** son aquellas cuya estructura química (partículas sueltas o formando una red) consta únicamente de átomos del mismo tipo, es decir, las que están constituidas por un solo elemento (un solo tipo de átomo); por ejemplo, el neón (Ne), el oxígeno (O₂), el fósforo (P₄), el azufre (S₈), el sodio (Na_n) o el grafito (C_n). Son las sustancias más simples de todas, puesto que no sufren reacciones de descomposición química.

– **Sustancias compuestas:** son aquellas cuya estructura química consta de átomos de distinto tipo, es decir, las que están constituidas por distintos elementos; por ejemplo, el cloruro de sodio (NaCl), el dióxido de silicio (SiO₂) o el agua (H₂O). Las sustancias compuestas pueden dar lugar a sustancias más simples mediante reacciones de descomposición química.

– **Reacción química:** son procesos en los que se forman unas sustancias a partir de otras. En estos procesos no se conservan las sustancias (al final, siempre hay por lo menos una sustancia distinta a la original o a las origi-

nales). A escala nanoscópica, las partículas de las sustancias originales interactúan entre sí, intercambiando núcleos y electrones de tal modo que se forman nuevas partículas que, obviamente, dan lugar a otras sustancias diferentes a las originales. En las reacciones químicas siempre se conservan los núcleos y los electrones. En consecuencia, la masa de las sustancias producidas (los productos) siempre es igual a la masa de las sustancias que reaccionaron originalmente (los reactivos). En resumen, en las reacciones químicas no se conservan las sustancias, pero sí se conserva la masa.

– **Reacciones de descomposición química:** son reacciones químicas donde una sola sustancia (sin entrar en contacto con ninguna otra), al ser sometida a condiciones extremas (altas temperaturas, acción de la electricidad, etc.), da lugar a la formación de otras sustancias más simples.

A modo de resumen

La propuesta de definiciones presentada en este trabajo se diseñó en base a los siguientes ejes:

– Ir de lo familiar a lo poco conocido (de objetos y seres a partículas).

– Ir de lo concreto a lo abstracto (de materiales y sustancias a la representación de las partículas en términos de elementos).

– Ir de lo sensorial a lo invisible (de objetos y materiales a iones, moléculas y átomos).

Las características más importantes de la propuesta son las siguientes:

– Se define la química en función de la obtención de nuevas sustancias.

– Se destaca la «no conservación de las sustancias» en los procesos químicos.

– Se introduce el concepto *material*.

La aplicación en el aula de esta propuesta terminológica y didáctica requiere del diseño de una serie de actividades que contemplen los diversos aspectos que hoy se sabe que influyen en el aprendizaje

– Se transfiere el énfasis de «la materia» a «los materiales y las sustancias».

– Se define *mezcla* como «un material constituido por varias sustancias».

– Se les da el mismo estatus a las sustancias compuestas y a las sustancias elementales (el de sustancias), nombrándolas con el sustantivo *sustancia* y con los adjetivos correspondientes.

– Se proponen denominaciones distintas para los conceptos *sustancia elemental* y *elemento*.

– Se define *elemento* como «una entidad simbólica que sirve para representar los átomos de distinto tipo».

– Se distingue la composición (sustancial) de las mezclas de la composición (elemental) de las sustancias.

– Se definen las *sustancias compuestas* y las *sustancias elementales* en función de su composición elemental.

La aplicación en el aula de esta propuesta terminológica y didáctica requiere del diseño de una serie de actividades que contemplen los diversos aspectos que hoy se sabe que influyen en el aprendizaje: partir de las concepciones que tienen los alumnos, dar tiempo para la reflexión, la consideración del contexto y los aspectos históricos, tomar en cuenta las peculiaridades de las disciplinas científicas, etc.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, se diseñó una unidad didáctica que contempla diversas actividades para que los alumnos tengan la oportunidad de reflexionar y, por lo tanto, para permitir la asimilación y la acomodación (si fuera necesario) de los conceptos presentados. Dicha unidad forma parte de la tesis de maestría de uno de los autores de este trabajo (Méndez, 2006).

Referencias bibliográficas

- BORSESE, A. (1998). «Enseñanza, lenguaje, aprendizaje significativo: El caso de la química». En: *Didáctica de las ciencias y transversalidad*. Málaga: Universidad de Málaga.
- (2000). «Comunicación, lenguaje y enseñanza». *Educación Química*, 11(2): 221.
- CAAMAÑO, A. (1998). «Materia y materiales en la enseñanza secundaria: Los niveles estructurales de la materia». *Aula de Innovación Educativa*, 69: 6-12.
- CAAMAÑO, A.; IRAZOQUE, G. (2009). «La enseñanza y el aprendizaje de la terminología química: Magnitudes y símbolos». *Educación Química (EduQ)*, 3: 46-55.
- FURIÓ, C. (2000). «Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos». *Educación Química*, 11(3): 300.
- MÉNDEZ, N. (2006). *El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos compuesto, elemento y mezcla*. Tesis de maestría en docencia para la educación media superior. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.
- POZO, J. I.; GÓMEZ, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- SCERRI, E. (2008). «El pasado y el futuro de la tabla periódica». *Educación Química*, 19(3): 234-241.
- SOSA, P. (2007). «Conceptos base de la química: Libro de apoyo para bachillerato». México DF: Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de CCH.



Plinio Sosa Fernández

realizó en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México sus estudios de Química (1983), de maestría (1988) y de doctorado en química inorgánica (1995). Ha dado cátedra desde 1981 en diferentes asignaturas de bachillerato, licenciatura y posgrado. También ha participado en cursos para la formación y la actualización de profesores. Forma parte de los consejos editoriales de las revistas *Educación Química*, *Perspectivas Docentes* y *Acta Universitaria*. Actualmente es secretario académico de Docencia de la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México. C. e.: pliniux@gmail.com.



Nadia Teresa Méndez Vargas

realizó estudios en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, obteniendo la licenciatura de Química Farmacéutica Bióloga con la especialidad de farmacia. En 2006 obtuvo el grado con mención honorífica de maestra por la Universidad Nacional Autónoma de México, dentro del posgrado de maestría en docencia para la educación media superior. Desde 2002 es profesora de química del subsistema de bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México, en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur. Desde 2006 es asesora de estudiantes en el posgrado de maestría en docencia para la educación media superior. C. e.: natemeva@hotmail.com.