

Química aritmética. Un primer paso hacia el cambio conceptual

Plinio Sosa*

Abstract

In this work, a didactic proposal is presented whose main objective is to “prepare the land” so that the student begins to build two essential concepts of chemistry: the corpuscular nature of the substances and the mol concept.

Introducción

La amplia e intensa investigación que se ha venido realizando desde el siglo pasado en el área de educación ha arrojado resultados interesantes. El más impactante ha sido, sin lugar a dudas, el reconocimiento de que el aprendiz participa activamente en su propio aprendizaje. En la hipótesis de la enseñanza tradicional, el aprendiz capturaría fielmente la información. Es decir, nunca la interpretaría sino que la integraría tal cual a su estructura mental. Sin embargo, se ha visto que el mecanismo del aprendizaje, lamentablemente, no es tan simple. El proceso de integración de los nuevos conocimientos a la estructura cognitiva del aprendiz tiene dos componentes:

La *acomodación*, que consiste en reacomodar o adaptar la propia estructura cognitiva para que los nuevos conocimientos se integren casi sin sufrir modificaciones, y la *asimilación* que, por el contrario, consiste en modificar o adaptar los nuevos conocimientos de tal forma que se asimilen a la estructura mental del aprendiz sin que ésta tenga que modificarse significativamente (Perraudau, 1999).

Ambos mecanismos son activos. O, mejor dicho, implican actividad del aprendiz. Tanto reacomodar su propia estructura cognitiva como adaptar el nuevo esquema de conocimientos son procesos individuales llevados a cabo solamente por el aprendiz. En esto, nadie puede sustituirlo.

Es muy probable que, al aprender, usemos ambos procesos. Esto quiere decir que aun en el mejor de los casos —cuando los nuevos conocimientos y

nuestra estructura mental casi embonan perfectamente—, de todas formas modificamos un poquito uno y otro poquito la otra. En otras palabras, al aprender siempre “le ponemos algo de nuestra cosecha”.

Así, lo que antes parecía muy simple (un experto que enseña la verdad del conocimiento y un novato aprendiéndola fielmente) hoy se sabe que es mucho más complejo y difícil. El tránsito desde la relativamente simple estructura cognitiva del novato hasta la muy densa y compleja del experto implica un largo y tortuoso derrotero, a veces errático, a veces retrógrado, con largos periodos de poca reestructuración seguidos ocasionalmente de momentos de grandes reestructuraciones que da como resultado una estructura cognitiva radicalmente diferente de la original, todo ello fuertemente influido no sólo por el ámbito escolar sino también por el entorno social, histórico y cultural en el que se desenvuelve el sujeto. Desde hace más de 20 años, se ha realizado mucha investigación con el objetivo de conocer a cabalidad el mecanismo de este complicado proceso conocido como *cambio conceptual* (Garritz, 2001).

Que el aprendiz siempre participe en su propio aprendizaje es impactante porque eso lo cambia todo. El profesor en vez de ser un simple enseñante tendrá que convertirse en un agente que proporcione los elementos y las condiciones para que el proceso individual de construcción del conocimiento que efectúa el aprendiz ocurra de la manera más eficiente.

Ni la asimilación ni la acomodación ocurren mágicamente. Es mediante la reflexión que el individuo las lleva a cabo. Pero no una reflexión pasiva sino una reflexión activa, en el sentido de una intensa operación de los conceptos viejos y nuevos. No fue sentándose a meditar en lo alto de una peña como Rutherford llegó a la conclusión de que los átomos poseían un núcleo, sino poniendo en orden sus propias ideas, dudando de los nuevos modelos, esforzándose por elaborar una buena pregunta de investigación, diseñando un procedimiento y un dispositivo experimentales adecuados, llevando a cabo los experimentos con suficiente cuidado para asegurar la confiabilidad de los resultados y, finalmente, realizando un último esfuerzo intelectual por darles sentido y coherencia a dichos resultados. Este tipo

*Facultad de Química, UNAM, Ciudad Universitaria, 04510 México, DF, México. plinio@servidor.unam.mx

de acción o de experiencia que incluye la operación mental de los conceptos es indispensable en el proceso de cambio de las estructuras conceptuales. Ser activo cognitivamente no se reduce a una manipulación cualquiera. Puede haber actividad intelectual sin manipulación, del mismo modo que puede haber pasividad al manipular (Inhelder *et al.*, 1974).

Así, para lograr que el aprendiz deje de concebir a la materia como una pasta continua (Andersson, 1990; Griffiths, 1994; Garnett, 1995; Driver, 1996) y que finalmente integre a su cosmovisión la idea de que las sustancias consisten de partículas, la labor del profesor será la de diseñar una serie de actividades y tareas que, considerando los saberes y habilidades de los alumnos, les permita ir modificando poco a poco las concepciones que tienen acerca de los materiales y las sustancias para eventualmente poder acomodar fácilmente, en dichas concepciones, la idea de que la materia tiene una naturaleza corpuscular

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica en la que, mediante una serie de actividades de diversa índole, se pretende dotar al estudiante de una experiencia (acorde con su grado de escolaridad) que le permita ir adaptando su propio esquema conceptual a la idea de que las sustancias consisten de partículas.

La idea principal de la propuesta surge de intentar responder la siguiente pregunta: ¿qué actividades que estén al alcance del estudiante en el ámbito escolar le pueden proporcionar una experiencia que lo acerquen al modelo de partículas de la materia? La respuesta que se propone en este trabajo es la de aprovechar la aritmética básica que han aprendido en sus primeros años de formación para que, sumando y multiplicando, el alumno vaya construyendo la noción de partículas. A esta propuesta le hemos llamado *química aritmética*. La propuesta se presenta como una unidad didáctica pensada para estudiantes de primer año de bachillerato.

Descripción de la propuesta

En la tabla 1 se muestra el desarrollo de la unidad didáctica. Dado que los cursos pueden tener diferentes formatos según el país y la institución, las actividades se presentan por hora. Se propone un tiempo de 24 horas para cubrir la unidad, lo cual representaría ocho semanas en un formato de tres horas semanales. En los anexos correspondientes se muestran algunos ejemplos concretos de cada actividad. La unidad consta de:

1 examen diagnóstico	10 dinámicas de grupo (sesiones tipo taller)
3 exposiciones del profesor	2 sesiones experimentales
5 tareas	1 trabajo de investigación
1 examen escrito	1 sesión de integración conceptual
1 sesión para la evaluación final	

Examen diagnóstico

Son 20 preguntas de opción múltiple sobre conceptos básicos de química (fundamentalmente el de la naturaleza corpuscular de la materia) tomadas de Quílez *et al.*, (2003). La información obtenida servirá para que el profesor sepa qué aspectos del tema tendrá que reforzar, sobre todo durante las dinámicas de grupo. Además, en esta primera sesión se le entregan a cada alumno, por escrito, *las reglas del juego*: de qué se trata el curso y cómo se va a evaluar

Antecedentes químicos

La **primera dinámica** (listar 10 sustancias) tiene como objetivo que los alumnos reflexionen sobre qué es una sustancia. La **segunda dinámica** (mapa conceptual y definición de química) pretende que los alumnos expresen sus propias ideas sobre la química. Luego, el profesor da una clase (**C1**) sobre los conceptos básicos de la química. Da una idea general, informal de ciertos conceptos básicos como son: materiales, sustancias, partículas químicas, núcleos y electrones. Las ideas que se manejan para estos conceptos no son del tipo formal que se encuentran en la mayoría de los libros sino que pretenden ser familiares a la experiencia cotidiana de los alumnos y coherentes entre sí. En la **tercera dinámica**, el profesor les presenta un diagrama de flujo que sirve para distinguir los procesos químicos de otros procesos naturales (**A3**) y les da la oportunidad de modificar su definición original de química. Se dejan dos tareas: una, **T1**, para familiarizar a los estudiantes con materiales y sustancias concretos, y otra, **T2**, donde se les pide que recuerden algunos conceptos relacionados con el tema aritmético de *razones y proporciones*; que resuelvan algunos cocientes, algunas proporciones y algunos porcentajes. Además, muy importante, se les pide que investiguen los prefijos del Sistema Internacional de Unidades. Al final de la unidad, el estudiante deberá presentar en un **portafolios** todas las actividades realizadas, incluyendo las tareas, como parte de su evaluación final.

Antecedentes aritméticos

La **cuarta dinámica** pretende que los alumnos reconozcan que el famosísimo método de la *regla de 3* es exactamente lo mismo que las razones y proporciones que estudiaron en la primaria. También se pretende preparar al estudiante para aprender, en el futuro, a realizar conversiones de unidades (y otros ejercicios similares) mediante el método de factores unitarios, que es muy útil, rápido y confiable. Lograr que un alumno pase de la *regla de 3* a los factores unitarios de un solo golpe es sumamente difícil. Sin embargo, en nuestra experiencia, haciéndolo en dos pasos se obtienen buenos resultados. Es decir, aquí se pueden identificar dos niveles de dificultad:

1. Pasar la *regla de 3* al formato de razones y proporciones,
2. y de las razones y proporciones, a los factores unitarios.

Este segundo paso no se aborda en este trabajo. Tendría que hacerse en un curso posterior. En este tipo de dinámica se da un doble servicio: tanto a asignaturas de cursos posteriores como de cursos anteriores.

La **quinta dinámica** pretende que el alumno se percate que una misma cantidad se puede tener en diferentes presentaciones. Veinticuatro y dos docenas son la misma cantidad. Además de docenas se usan gruesas (144) y *attomoles* (602,300) para representar cantidades. Se trata de abonar el terreno para que conciba que la *mol* juega un papel similar al de la docena; es decir, el de agrupar una cierta cantidad en una nueva unidad más adecuada al número de cosas que se requiere contar. Se dejan de tarea un par ejercicios sobre notación científica.

Representaciones de Lewis

El profesor expone brevemente el código que se usa en las estructuras de Lewis para representar a las partículas químicas (**C2**). La **sexta dinámica** pretende que el alumno determine la carga de una partícula comparando el número de electrones que se encuentran a la vista en la representación de Lewis con el número de electrones en los respectivos átomos aislados. La **séptima dinámica** pretende que los alumnos sean capaces de obtener fórmulas de composición a partir de las estructuras de Lewis. Se recomienda usar como ejemplo las mismas sustancias de las que investigaron qué es y para qué sirve. El objetivo principal es que se familiaricen con las estructuras de Lewis. Para ello no basta con verlas sino

que deben *operar* con ellas, en este caso, mediante la determinación de la carga de la partícula y de la fórmula de composición. Se trata de que puedan interpretar el código de las estructuras de Lewis, y que a partir de ahí construyan los conceptos de composición química y de carga de las partículas. Por supuesto, no se trata de que aprendan a dibujar estructuras de Lewis; éstas las tendrá que proporcionar, en todos los casos, el profesor. Aquí también se detectan dos niveles de dificultad:

1. Pasar de la representación de Lewis a la fórmula de composición.
2. Pasar de la fórmula de composición a la estructura de Lewis.

En este curso sólo se trabaja el primer nivel. Nos parece que el segundo nivel no corresponde a bachillerato y no habría que abordarlo sino hasta la licenciatura. Se dejan de tarea ejercicios similares a los que se realizaron en clase.

Representación de las reacciones químicas

El profesor explica el código que usan los expertos para representar las reacciones químicas.

Relaciones masa-número de partículas

En la **octava dinámica** se les pide a los alumnos que resuelvan, por parejas, una serie de ejercicios para pasar de número de partículas a masa y viceversa. Una de las dificultades que tienen los alumnos con este tipo de ejercicios es su poca experiencia con números muy grandes y muy pequeños. En ese sentido, este tema parece un callejón sin salida por que a un número de partículas, manejable para los alumnos, les corresponde una masa inimaginablemente pequeña y a una cantidad de masa razonable (en gramos, por ejemplo) le corresponde un número enorme de partículas. La variante en este trabajo es utilizar los prefijos del Sistema Internacional de Unidades para que ambas variables se puedan expresar con números con los que estén familiarizados los alumnos. Así, el dato que se da es la masa *attomolar* —es decir, la masa de 602,300 partículas— expresada en *attogramos*. Otra ventaja de esta estrategia es que la masa *attomolar* es numéricamente igual a la masa molar, que es la que aparece en la tabla periódica y en los libros de química. En la **novena dinámica** se realizan ejercicios por pareja en los que los estudiantes tienen que —a partir de la información de la ecuación química correspondiente y del número de partículas de una de las sustancias involucradas—

obtener el número de partículas de alguna de las otras sustancias participantes.

Finalmente, en la **décima dinámica** los ejercicios implican pasar de masa a partículas, de partículas a partículas y de partículas a masa. Aquí también se identifican dos niveles:

1. Ejercicios de un solo paso (número de partículas-masa o número de partículas-número de partículas).
2. Ejercicios de varios pasos (masa-partículas-masa).

Luego se realizan dos sesiones de **laboratorio**. En uno de los dos tipos de bachillerato que ofrece la UNAM —el del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH)— se usa el concepto aula-laboratorio, de tal modo que es posible hacer uso del laboratorio en cualquier momento del curso. En los laboratorios, los alumnos tienen que resolver un problema abierto mediante un trabajo experimental. En el **laboratorio 1**, se les pide que obtengan 200 mg de cobre a partir de sulfato de cobre y zinc. En el **laboratorio 2**, se les pide que obtengan 200 mg de cloruro de sodio, a partir ácido clorhídrico y sosa. El objetivo de estas actividades experimentales es que los estudiantes apliquen lo que han aprendido en clase sobre cálculos químicos en una situación real en la que no sólo tienen hacer bien las cuentas sino que también tienen que tomar una serie de decisiones: qué material usar, cuánto poner de cada cosa, hacer un plan o trabajar directamente, etcétera. En vez de un reporte tradicional, las actividades experimentales se evalúan con registro de aprendizaje (Chamizo, 1996) y V de Gowin (Chamizo, 2000).

Trabajo de investigación

Esta actividad tiene las siguientes características:

- Trabajo escrito (dos cuartillas):
 - Introducción (media cuartilla)
 - Desarrollo del tema
 - Conclusiones (media cuartilla)
 - Bibliografía (al menos un libro)
- Boletín con todos los resúmenes (media cuartilla)
- Póster.

Son temas del tipo Ciencia, Tecnología y Sociedad. En el CCH de la UNAM, el tema que corresponde a la primera unidad es el agua.

Integración conceptual

Esta actividad podría utilizarse para evaluar el valor

didáctico de la unidad pero no es ése el objetivo principal. Lo que se pretende es proporcionarles a los estudiantes la oportunidad de repensar lo aprendido y de reestructurar sus ideas. Sin esta actividad, el aprendizaje puede ser de muy corta duración.

Examen

Es un examen a libro abierto y por parejas con ejercicios similares a los que se trabajaron en clase. Se trata, otra vez, de que los alumnos trabajen en una situación más parecida a las situaciones reales. En este tipo de exámenes prácticamente se elimina la copia. Si se establecen parejas de desempeño similar (altos con altos, regulares con regulares, etcétera) se evita el parasitismo porque obliga a los acostumbrados a parasitar a hacerse cargo de su propio desempeño.

Portafolios

Los estudiantes tienen que presentar todas las actividades realizadas durante la unidad en portafolios (Chamizo, 1996). Se les pide que agreguen una página de contenido, y otra donde señalen cuál fue la actividad en la que consideran que fue mejor su desempeño y cuál en la que piensan que fue su peor desempeño. Se califica con un 80% el contenido y un 20% la presentación.

Evaluación final

La evaluación final es un promedio ponderado: 40% el examen, 30% el laboratorio, 20% el trabajo de investigación y 10% el portafolios.

Consideraciones finales

La investigación y las labores educativas han generado una vasta información (construcción del conocimiento, cambio conceptual, conflicto cognitivo, etcétera) orientada hacia el diseño de estrategias didácticas. Pero esa información es, toda vía, de naturaleza muy general. El siguiente paso debe ser el del detalle. Tenemos que, tema por tema, detectar obstáculos, definir niveles de dificultad y diseñar actividades específicas que reproduzcan, en lo particular, lo que las teorías modernas de la educación tienen bien establecido en lo general. El cambio conceptual no se puede alcanzar con esfuerzos aislados. Todo tiene que estar integrado. Las estrategias didácticas pero también los contenidos, los ejercicios y la evaluación. Este trabajo pretende ser un ejemplo de ello.

Tabla 1.

Temas	Hora	Tipo de actividad		
Diagnóstico	1	Dg	Examen diagnóstico	
Antecedentes químicos				
Materiales y sustancias	2	D1	Listar 10 sustancias e intercambiar	T1
	3	D2	Mapa conceptual de Q, definir Q	
Química	4	C1	Exposición del profesor	T2
Partículas químicas	5	D3	Diagrama de flujo (A3), redefinir Q	
Antecedentes aritméticos				
Razones y proporciones	6	D4	Regla de 3: igualdad de razones	
Cambio de unidad	7	D5	Agrupar por docenas y gruesas	T3
Representaciones de Lewis				
Características generales	8	C2	Exposición del profesor	
Carga eléctrica	9	D6	# de electrones: Lewis vs. elementos	
Composición química	10	D7	Fórmulas a partir de Lewis	T4
Reacciones químicas				
Representación acostumbrada	11	C3	Exposición del profesor	
Relaciones masa-# de partículas				
Masa A → # partículas A	12	D8		
# partículas A → # partículas B	13	D9	Docenas, gruesas, <i>attomoles</i> y moles	T5
Masa A → # partículas A → # partículas B → masa B	14	D10	Cálculos estequiométricos. Entrega de boletín y trabajo escrito	
Laboratorio 1	15	L1	Obtención de 200 mg de cobre	
	16			
Laboratorio 2	17	L2	Obtención de 200 mg de NaCl	
	18			
Trabajo de investigación	19	PC	Presentación de carteles	
	20			
Integración conceptual	21	I	Mapa conceptual de Química	
Examen	22	Ex	Examen, a libro abierto y por parejas. Entrega del portafolios	
	23			
Evaluación Final	24	Ev	Entrega de calificaciones	

Dg = Examen diagnóstico; D = Dinámica de grupo; C = Clase; T = Tarea; A = Anexo; PC = Presentación de carteles; Ex = Examen; I = Integración; Ev = Evaluación.

ANEXOS

Anexo 1. Dinámicas de grupo

D1. Dinámica de grupo 1

Se le pide a cada alumno que:

- Anote 10 sustancias que recuerde o conozca.
- Una vez completada, intercambie su lista con la de su compañero (a) de al lado.
- Verifique si los nombres que anotó su compañero, efectivamente corresponden a una sola sustancia.
- Argumenten a favor o en contra e intenten llegar a un acuerdo sobre cuáles sí son sustancias y cuáles no.

Finalmente, se hace una discusión plenaria sobre los conceptos de material y sustancia.

D2. Dinámica de grupo 2

Se le pide a cada alumno que elabore un mapa conceptual sobre *Química* utilizando únicamente entre 10 y 15 conceptos. Se usa parte del tiempo para explicar las características de los mapas conceptuales.

D3. Dinámica de grupo 3

Se les pide a los alumnos que discutan por parejas qué es química y que escriban una definición tentativa. Luego, se lee en voz alta cada una de las

definiciones y se realiza una brevísima discusión plenaria en la que el profesor lo único que hace es resaltar las contradicciones. Después, el profesor reparte un **diagrama de flujo (ver anexo 3)** donde, como se ve, no hay una definición formal de química pero sí ciertos criterios para distinguir los procesos químicos de otros procesos naturales. Se les pide que lo analicen bien y que, si lo consideran necesario, intenten escribir una mejor definición para la química.

D4. Dinámica de grupo 4

Se les pide que resuelvan por parejas ejercicios parecidos a los siguientes:

- Expresen las siguientes “reglas de tres” como una igualdad de razones: Ejemplo:

$$\begin{array}{l} 4 \rightarrow 8 \\ 7 \rightarrow x \end{array} \quad \text{Se debe representar así: } 4/8 = 7/x$$
- Despejen la x en cada caso del ejercicio anterior. Ejemplo: $x = (7)(8)/4 = 14$.
- Determinen el valor de las incógnitas para la siguiente igualdad: $1/18 = x/252$.

D5. Dinámica de grupo 5

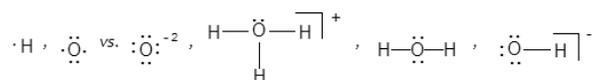
Se les pide que resuelvan por parejas ejercicios parecidos a los siguientes:

- Escriban los siguientes números en docenas. 4,213, tu estatura, etcétera.
- Escriban los siguientes números en gruesas. 2004, un millón, 1 440, etcétera.
- Agrupen las siguientes cantidades en amoles: 1 millón de cabellos, 500 mil grasas.
- Expresen las siguientes cantidades en unidades: 10,000 amoles de humanos, etcétera.

D6. Dinámica de grupo 6

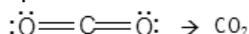
Se les pide que cuenten los electrones que están a la vista en las siguientes representaciones de Lewis y que las comparen con las de los fragmentos correspondientes.

Datos: algunos fragmentos mononucleares neutros (o elementos) (o átomos aislados)



D7. Dinámica de grupo 7

Se les pide que obtengan la fórmula de composición a partir de las representaciones de Lewis. Ejemplo:



D8. Dinámica de grupo 8

Se les pide que resuelvan por parejas ejercicios parecidos a los siguientes:

Datos: 12 = 1 docena; 144 = 1 gruesa; 602,300 = 1 amol

Nombre	Fórmula molecular	Representación de Lewis	Masa de 602,300 moléculas
Acetona	C ₃ H ₆ O	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \ddot{\text{O}} \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	58 ag (o 58 trillonésimas de gramo) (o 58×10^{-18} g)

- ¿Cuál es la masa de 500,000 moléculas de acetona?
- ¿Cuántas moléculas de acetona tienen una masa de 58,000 ag? Den la respuesta en docenas, en gruesas, en amoles
- ¿Cuántas moléculas de acetona son 1,000 amoles de moléculas de acetona?
- ¿Cuántas moléculas de acetona tienen una masa de 88 pg, 96.2975 yg, 0.2 g?

D9. Dinámica de grupo 9

Se les pide que resuelvan por parejas ejercicios parecidos a los siguientes:

Dato: $\text{C}_3\text{H}_6\text{O} + 4 \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

- ¿Cuántas moléculas de dióxido de carbono se producen si se queman 500 mil moléculas de acetona? Den la respuesta en docenas, en gruesas y en amoles.
- ¿Cuántas moléculas de agua se obtienen si se hace reaccionar 500 mil moléculas de acetona con 4 millones de moléculas de oxígeno?

D10. Dinámica de grupo 10

- ¿Cuántos ag de dióxido de carbono se producen si se queman 40.6 ag de acetona?
- ¿Cuántos ag de oxígeno se necesitan para poder quemar 40.6 ag de acetona?
- ¿Cuántos ag de agua se obtienen al quemar 40.6 ag de acetona?
- ¿Cuántos ag de dióxido de carbono se obtienen si se hace reaccionar 40.6 ag de acetona con 44.8 ag de oxígeno?
- ¿Cuántos ag de agua se obtienen si se hace reaccionar 40.6 ag de acetona con 179.2 ag de oxígeno?

Anexo 2. Tareas

T1. Tarea 1

1. Averigua qué son y para qué sirven los siguientes materiales: aire, paja, bronce, madera.
2. Investiga qué son y para qué sirven las siguientes sustancias: acetona, formol, sacarosa.

T2. Tarea 2

1. Elabora un crucigrama con las siguientes palabras: cociente, dividendo, factor, minuendo, numerador, proporción, razón, relación, sustraendo y tasa.
2. Expresa las siguientes fracciones en forma decimal: $1/3$, $2/3$, $3/5$, $4/5$.
3. Despeja la incógnita de las siguientes igualdades: $(1/3) = (x/10)$, $(2/3) = (x/100)$.
4. Expresa las siguientes fracciones como porcentaje: $1/4$, $2/7$, $1/3$, $2/6$, $3/9$, $3/8$.
5. Investiga qué significan los prefijos del Sistema Internacional de Unidades.

T3. Tarea 3

1. Escribe los siguientes números con notación científica: $1/4$, 4,518, 24,567, un millón.
2. Elabora un instructivo para escribir cualquier número con notación científica.
3. Busca en el diccionario el significado de: docena y gruesa.

Tarea 4

Ejercicios similares a los realizados en clase.

Tarea 5

Ejercicios similares a los realizados en clase.

Anexo 3. Clasificación de los procesos naturales
PROCESOS NATURALES

¿Se conservan las sustancias?

SÍ	NO	¿Se conservan los núcleos?	
	NO	SÍ	¿Participan agentes biológicos?
		No	SÍ
Físicos*	Nucleares	Químicos	Bioquímicos

Anexo 4. Contenido pedagógico de las exposiciones del profesor

Química. Es la ciencia que estudia la composición, la estructura y las propiedades de las sustancias, así

como las reacciones por las que una de éstas se convierte en otra (Spencer, 2002).

Materiales. De lo que están hechos los objetos, los seres y los cuerpos. Un determinado material puede estar constituido por una o varias sustancias.

Sustancia. Constituyente de un cierto material. Posee un conjunto de propiedades específicas que la distinguen de las demás sustancias. Consiste de unas pequeñas partículas llamadas *iones, moléculas o átomos*. Las propiedades macroscópicas de las sustancias son consecuencia de la estructura interna y de las interacciones de sus partículas. Se tienen registradas más de 23 millones de sustancias (CAS).

Partículas químicas. Son las pequeñas unidades que integran a una sustancia. Son muy pequeñas y muy ligeras. 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 mono o polinucleares), **moléculas** (partículas polinucleares neutras) o **átomos** (partículas mononucleares neutras). Su tamaño está determinado por la región que ocupan los electrones más externos, es decir, los de la última capa.

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).

Partículas químicas		
Mononucleares		
Neutras	Átomos	Iones mononucleares
	Moléculas	Iones polinucleares
	Polinucleares	
		Cargadas

En itálicas: partículas inestables en forma aislada en condiciones cercanas a las de la superficie terrestre.

Electrones. Son la parte negativa de las partículas químicas. Debido al Principio de Incertidumbre de Heisenberg 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. Los electrones más externos (los de la última capa) ocupan regiones tan grandes como las propias partículas químicas a que pertenecen.

Elemento. Fragmento de una partícula polinuclear que contiene un solo núcleo y sus respectivos electrones. Se distinguen unos de otros por el número de protones que hay en su núcleo. Se conocen más

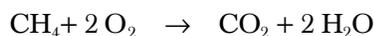
de 100 elementos distintos y se acostumbra agruparlos en la llamada Tabla Periódica. No son estables en forma aislada (excepto los de los gases nobles). Sólo se estabilizan como parte de moléculas, de iones o de redes metálicas. A cada elemento se le ha dado un nombre y un símbolo químico.

Representaciones de Lewis. Los químicos han generado una manera de representar las partículas químicas que permite “verlas” usando simplemente los símbolos de los elementos, líneas y puntos, según el siguiente código:

- los símbolos químicos representan a los núcleos junto con todos los electrones, excepto los de valencia;
- cada línea representa un par de electrones interactuando con dos núcleos, y
- cada punto representa un electrón interactuando con un solo núcleo.

Fórmula química. Es un código que se usa para señalar qué fragmentos mononucleares (o sea qué elementos) y cuántos de cada tipo integran a una determinada partícula química. Consiste en escribir el símbolo químico de cada elemento seguido de un subíndice que expresa cuántos fragmentos de ese tipo contiene la partícula.

Representación de las reacciones químicas



Esta representación se lee así:

“Un tanto de metano reacciona con dos tantos de oxígeno para dar un tanto de dióxido de carbono y dos de agua”.

Los “tantos” se refieren a número de partículas, o sea que también se podría leer así:

“Una docena de moléculas de metano reacciona con dos docenas de moléculas de oxígeno para dar una docena de moléculas dióxido de carbono y dos de agua”.

O también:

“Un millón de moléculas de metano reacciona con dos millones moléculas de oxígeno para dar un millón de moléculas de dióxido de carbono y dos de agua”.

Y por supuesto que también se puede decir:

“Una molécula de metano reacciona con dos mo-

léculas de oxígeno para dar una molécula de dióxido de carbono y dos de agua”.

O sea que los coeficientes señalan en qué proporción (de número de partículas) deben estar las sustancias involucradas. ■

Referencias

- Andersson, B. Pupils' conceptions of matter and its transformations, *Studies in Science Education*, **18**, 53-85, (1990).
- CAS Registry, consultada por última vez en mayo 3, 2004, en la URL <http://www.cas.org/>
- Chamizo, J. A., Evaluación de los aprendizajes en química. Segunda parte: Registro de aprendizaje, asociación de palabras y portafolios, *Educ. quim.*, **7** (2), 86-89, 1996.
- Chamizo, J. A., Hernández, G., Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico individualizado, *Educ. quim.*, **11**(1), 132-137, 2000.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Ediciones Morata S. L., Madrid, España, 1996.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., Hackling, M. W., Students' alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*, **25**, 69-95, 1995
- Garriz, A. Veinte años de la teoría del cambio conceptual. *Educ. quim.*, **12**(3), 123-126, 2001.
- Griffiths, A. K. Problem solution and misconceptions in Chemistry and Physics, in: Lijnse, P. L., Licht, P., Vos, W. de, Waarlo, A.J.: Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: a central problem in secondary science education. Utrecht: CD-ss, 1994.
- Inhelder, B., Sinclair, H., Bovet, M., *Aprentissage et structures de la connaissance*, PUF, París, Francia, 1974.
- Perkins, D. *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*, trad. Cast.: G. Ventureira. Gedisa, Barcelona, 1995.
- Perraudau, M. *Piaget hoy*, Fondo de Cultura Económica, México, 1999.
- Quílez, J., Muñoz, R., Bleda, J. M., *Conceptos de química*, Ediciones del Serbal, Barcelona, España, 2003.
- Spencer, J. N., Bodner, G. M., Rickard, L. H. *Química. Estructura y dinámica*. CECSA 1ª ed. México, 2002.