

ELEMENTO, ÁTOMO Y SUSTANCIA SIMPLE. DIFERENTES LECTURAS DE LA TABLA PERIÓDICA

LINARES, RITA*

Universidad del Valle.

Palabras clave: Elemento; Tabla periódica; Profesores universitarios.

OBJETIVOS

Describir cómo se refieren los profesores a la tabla de periódica (considerada una ley- modelo) como objeto de enseñanza y aprendizaje y cuál es su visión de elemento químico.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la tabla periódica es ampliamente reconocida por ser la fuente de información más sencilla y más distribuida en la química y en los campos relacionados con ella. Por esto, su estudio se constituye muchas veces en el eje estructurante de los cursos de química general. Para muchos, la Tabla ‘es’ la química y la enseñanza consiste en conseguir que más y más fenómenos se acoplen a la estructura de la TP y puedan ser interpretados gracias a ella. Por ello, la Tabla puede funcionar como un ‘modelo’ en las clases de química, aunque no siempre el proceso transcurre de la misma manera. Dependiendo de los intereses particulares de la Unidad Académica que lo ofrezca o del profesor a cargo, el estudio de la Tabla Periódica puede ser abordado de muy distintas maneras. Una primera revisión bibliográfica mostró que los profesores suelen acceder a la enseñanza de la tabla periódica desde: el estudio de las sustancias, la historia o la estructura atómica. Nuestra investigación nos ha mostrado que la clave de estas diferencias y, a la vez, de la comprensión de la Tabla Periódica, es el concepto de ‘elemento’.

MARCO TEÓRICO

Históricamente, el elemento químico ha tenido una descripción macroscópica que lo confunde con la sustancia simple, aquélla que no puede descomponerse en otras. Después de la determinación de la estructura atómica y de los números atómicos, en 1923 la IUPAC definió “*Un elemento como un conjunto microscópico de átomos del mismo Z sin interacción*” (Menschutkin, 1937, p.61). Estas diferentes definiciones de **elemento** siguen siendo utilizadas indiscriminadamente por profesores y textos de Química (Bullejos et al., 1995; Roundy, 1989; Bensaude-Vincent, 1994b; Thibault et al. 1994).

Esta polisemia puede deberse a que la química posee más de un lenguaje que describen objetos en escalas

* Agradezco a Mercè Izquierdo (Universidad Autónoma de Barcelona) su colaboración en la redacción de este trabajo.

muy diferentes: uno micro que se refiere a descripciones a nivel atómico y otro macro que está relacionado con las macroscópicas, como cuerpos simples o compuestos. (Pacault, 1994)

La tabla periódica de los *elementos* combina en sus casillas información química de estos dos niveles: el macrocosmos de las *sustancias simples* y el microcosmos de los átomos químicos, representados a través de un único símbolo. Así en un mismo recuadro de la tabla se incluyen propiedades como el número atómico del elemento y la temperatura de fusión de la sustancia simple (una de ellas, la más abundante, en el caso de que haya más de una), lo cual puede conducir a diferentes *lecturas* de la tabla periódica: más centrada en su significado ‘macro’ o más centrado en el ‘micro’, con el peligro de desconexión entre ambos y de incomprendimiento del significado de la regularidad química que expresa la tabla. (Esta misma dificultad se presenta al interpretar otras ‘inscripciones’ de los libros de química, ver Izquierdo, 2002).

En efecto, el concepto elemento además de una definición, requiere de la manipulación, puesto que para que los conceptos químicos tengan sentido tienen que poderse usar en la práctica (ver Izquierdo 2003 a y Izquierdo y Adúriz, en este mismo simposio).

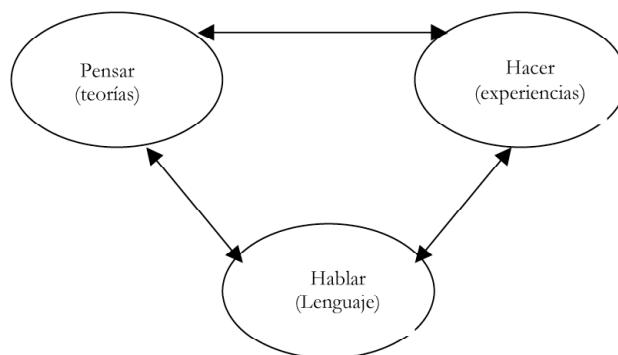


FIGURA 1

De otra parte, los químicos modelizan tanto los fenómenos que observan como las ideas con las que tratan de explicar dicho fenómeno generando así ‘familias de modelos’ que constituyen la ‘química teórica’. Esta modelización ocurre tanto a nivel macroscópico como microscópico, a través de analogías con lo que ya se conoce. El resultado del proceso es finalmente expresado en una representación concreta, visual, matemática o verbal o en el lenguaje propio de la química, los símbolos y fórmulas químicas que, si se comprende bien, puede constituirse, a su vez, en entidad - modelo. La tabla periódica como un todo y cada una de sus casillas son una manifestación de la estrecha relación entre un fenómeno observado y su representación simbólica mediada por una analogía, la que proporciona la misma tabla.

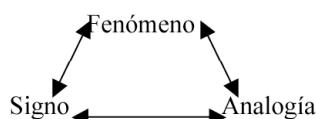


FIGURA 2

Pregunta de investigación

De acuerdo a lo anterior, es posible que de la “lectura” que se haga de la tabla periódica y de la interpretación del concepto elemento, dependa lo que cada profesor enseñe bajo el título de “Tabla Periódica”. De ahí surgió la pregunta central de esta investigación: “*¿Qué quieren enseñar los profesores y profesoras cuando explican tabla periódica en los cursos generales de química en la Universidad?*”

Contestar esa pregunta requirió de la realización de tres investigaciones simultáneas: una con profesores, otra que consistió en el análisis del libro “Principios de Química” de Dimitri Mendeleiev, como fuente primaria de la gestación de la ley periódica y de la tabla periódica. Además, se revisaron 27 libros de texto de química general. Finalmente, se hizo una revisión del Journal of Chemical Education desde su primer volumen, siguiendo la pista de lo que se ha publicado bajo el título de *tabla periódica*.

DESARROLLO DEL TEMA

Lo que describe este trabajo es cómo se refieren los profesores a la tabla de periódica como objeto de enseñanza y aprendizaje y cuál es su visión de elemento químico.

Metodología

Se trabajó con trece profesores del Departamento de Química de la Universidad del Valle (Cali, Colombia) que enseñan química general. Además participaron tres profesores del Departamento de Química de la Universidad Autónoma de Barcelona, España. Dos de los profesores fueron excluidos de la investigación durante su desarrollo.

En esta investigación cualitativa se utilizaron:

- Un cuestionario semiabierto sobre la enseñanza de la tabla periódica: identificación de los diferentes enfoques del tema en las clases de química
- Una primera entrevista sobre la enseñanza de la tabla periódica en los primeros cursos universitarios: identificación de la función que se atribuye a la TP en el proceso de formación de los estudiantes de química.
- Una segunda entrevista sobre tabla periódica. Determinación de las visiones de elemento que tienen los profesores
- Un cuestionario semiabierto y una entrevista sobre el uso de las analogías en los cursos de Química en la Universidad.

El análisis de estos datos se realizó alrededor de tres ejes:

- 1.- ¿Qué **función** asignan a la TP en un curso de Química General?
2. ¿Qué **visión** tienen de elemento químico?
3. ¿Qué uso hacen de las **analogías** como herramienta didáctica para enseñar tabla periódica y propiedades periódicas?

El análisis de las respuestas al primer cuestionario, junto con la primera entrevista, determinaron la primera clasificación de los profesores en tres grupos de acuerdo a la **FUNCIÓN** que asignan a la enseñanza de la tabla periódica en su curso (Tabla 1).

Funciones	1.- Didáctica						2.- Organizativa				3.- Macro			
	P1	P2	P3	P6	P10	P12	P7	P8	P9	P13	P4	P11	P15	P16
¿para qué?	Entender y enseñar química						Organizar y sistematizar la información				Conocer los elementos para explicar lo “macro”			

TABLA 1

La primera entrevista corroboró la incoherencia observada al referirse al concepto elemento y la polisemía y ambigüedad tan discutida en la literatura. Por ello se vio necesario profundizar más en este aspecto.

Para determinar la VISIÓN de cada profesor sobre el concepto elemento, las respuestas a las preguntas 10, 11 y 12 de la segunda entrevista (que se referían a los conceptos de elemento, átomo y sustancia simple) se analizaron a tres niveles. El primer nivel consistió en la construcción de un instrumento (basados en el triángulo de la Figura 3) que permitió esquematizar las relaciones establecidas por los profesores entre elemento, átomo y sustancia simple.

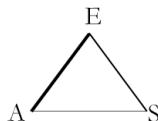


FIGURA 3

Esta representación pictórica constituyó un mecanismo de simplificación de las definiciones y explicaciones que dan los profesores respecto a estos tres conceptos y facilitó la aproximación a su visión de elemento. Se detectaron veintinueve relaciones diferentes.

El segundo nivel consistió en la aplicación del instrumento, es decir la traducción de las respuestas de cada profesor a los símbolos de relaciones para establecer lo que llamamos su visión. Finalmente, el tercer nivel de análisis, consistió en un proceso clasificación de todos los profesores en las cinco visiones encontradas (tablas 2 y 3) de acuerdo con las relaciones expuestas por cada uno y representadas mediante cinco triángulos.

La investigación sobre el uso de las ANALOGÍAS en los cursos del Departamento de Química de la Universidad del Valle (Linares, 2002), se llevó a cabo de manera paralela a la aplicación del cuestionario y a la primera entrevista sobre tabla periódica. Las analogías sobre tabla periódica fueron 45; sin embargo, la casi totalidad de ellas hacen alusión a las propiedades atómicas en sí y no a su variación periódica.

La emergencia de los perfiles

En el análisis de las respuestas de los profesores se evidenciaron dos tipos de lectura de la tabla: una desde la totalidad, como inscripción o representación gráfica de una ley, que determina la función (Tabla 1). y

Visión: sustancia	
29	Un elemento es una sustancia simple
28	Elemento y átomo no es lo mismo
27	Una sustancia formada por un solo tipo de átomo
Visión: átomo	
1	Elemento y átomo están muy ligados
	Un elemento es definido como una estructura atómica
	Un elemento está caracterizado por Z
2	Sustancia simple no se refiere a un elemento.
	Como visión atomicista contundente
Visión: símbolo	
16	Elemento es como el principio de algo
	El nombre de la sustancia.
	El elemento es un nombre que se le ha dado a los diferentes átomos.
	El elemento sería como el símbolo
Visión: especie	
19	Elemento, átomo y sustancia simple son tres conceptos diferentes
4	Elemento caracterizado por Z
	Elemento puede tener isótopos
Visión: indefinida	
17	No sabe definir los tres conceptos
18	No sabe si los tres conceptos son iguales
20	Elemento, átomo y sustancia simple son equivalentes

TABLA 2

Sustancia					Átomo	Símbolo			Especie		Indefinida			
P2	P3	P6	P10	P12	P7	P1	P8	P9	P15	P4	P11	P13	P16	

TABLA 3

otra, desde sus partes, es decir, lo que representan cada uno de los símbolos que hay en ella. De esta segunda lectura emergieron las cinco visiones del concepto elemento: como sustancia, como átomo, como símbolo, como especie e indefinido (tabla 2).

De la correlación de estas dos taxonomías (tabla 4) emergieron los tres perfiles encontrados en este trabajo. Un perfil está caracterizado por la función que el profesor asigna a la tabla periódica en sus cursos y por su visión de lo que es un elemento químico. Estos perfiles muestran cómo el conocimiento profesional del profesor y la **FUNCIÓN** que asignan a la tabla periódica determinan los delineamientos y el énfasis en los temas a enseñar, la preferencia por un camino para abordar el estudio de la tabla periódica, los recursos materiales y didácticos elegidos para la transposición y la forma de evaluar los resultados del curso. (Zohar, 2004).

1. Perfil con función didáctica y visión de elemento como sustancia (excepto P1) asocia el elemento con sustancia, destaca la **ley** y estimula el **pensar**. Para los docentes de este perfil: “*Si usted conoce bien la tabla periódica, la información que contiene y sabe usarla, usted sabe bastante química.*” (P1).
2. Perfil con función organizativa y visión de elemento como símbolo o como átomo (excepto P13) da al elemento carácter de átomo y destaca la importancia de la **tabla** como inscripción (**lenguaje**). Para este grupo “*la tabla periódica ayuda a disminuir la entropía del conocimiento*” (Fernelius 1986, p.263).
3. Perfil con función macro y visión de elemento indefinida (excepto P15) relaciona lo macro(sustancia) y lo micro (átomo) a través del **sistema** periódico y prioriza el **hacer**. Este último es el que utiliza la TP en el proceso de modelización tal como se está discutiendo en este simposio. Este perfil se puede resumir en estas palabras: “*O sea que en base a estos elementos se puede explicar muchísimas cosas relacionadas*

Función		DIDÁCTICA						ORGANIZATIVA				MACRO			
		P2	P3	P6	P10	P12	P1	P8	P9	P7	P13	P4	P11	P16	P15
SUS	P2	X													
TAN	P3		X												
CIA	P6			X											
	P10				X										
	P12					X									
SÍM	P1						X								
BO	P8							X							
LO	P9								X						
ATOMO	P7									X					
IN	P13								x						
DE	P4									x					
FINI	P16										x				
DA	P16											x			
ESPECIE	P15													x	

TABLA 4

con nuestra existencia y con nuestra calidad de vida. ... por eso yo digo que todo es química, porque una cosa es lo que observamos con los ojos, y otra cosa es lo que hay detrás de lo que uno puede ver con la vista, y lo que hay detrás son elementos químicos, son átomos de elementos químicos.” (P16).

De esta forma, cada perfil destaca uno de los tres aspectos que consideramos inicialmente que están presentes en la lectura de la tabla periódica (Fig. 2):

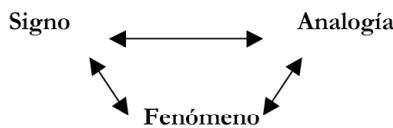


FIGURA 4

CONCLUSIONES

- Los profesores muestran tres razones principales por las que enseñar tabla periódica en los cursos de Química General, confiriéndole tres funciones: didáctica, organizativa y macro que determinan qué, cómo y cuándo enseñar y cómo evaluar.
- El concepto elemento es polisémico y está asociado estrechamente a otros como átomo, sustancia simple y símbolo. Se detectaron cinco visiones de elemento como: sustancia, átomo, símbolo, especie e indefinida.
- Se evidenciaron dos lecturas de la tabla periódica: una global, que determina la **FUNCIÓN** y una parcial que corresponde a la **VISIÓN** de elemento. La correlación de estas dos lecturas demarca unas características en la enseñanza de la tabla periódica que hemos llamado **PERFILES**. La función predomina sobre la visión al elegir el qué, cómo y cuando enseñar y al cómo evaluar.
- Los dos caminos más comunes para acceder a la tabla periódica son el histórico y el de la estructura atómica.

Se observó el uso de varios modelos:

Primero, la TP como representación de la ley asociada a ella, relacionada con el modelo atómico en los libros y en las clases. Segundo, el uso de las analogías como modelos mediadores en el proceso enseñanza aprendizaje aunque muchas de ellas se refieren más al ‘átomo físico’ que al fenómeno en sí.

Ambos se relacionan de manera insuficiente con el gran modelo cambio químico puesto que en la mayoría de los profesores, como en los libros de texto, la descripción detallada del átomo acaba haciéndoles olvidar que éste es ‘químico’ y no sólo ‘físico’.

Este resultado nos permite reclamar una enseñanza de la química que conceda más importancia a la ‘modelización química de los fenómenos’ y no se quede con una descripción de los átomos dando por supuesto que ellos constituyen ya el ‘modelo’ para la química.

BIBLIOGRAFÍA

- BENSAUDE-VINCENT, B. (1994b). Le langage chimique a la recherche de l’élément chimique. *La actualité chimique*, juillet-août, pp.51-55.
BULLEJOS, J., DE MANUEL, E. y FURIÓ, C. (1995). ¿Sustancias simples y/o elementos? Usos del término ele-

- mento químico en los libros de texto. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (9), pp. 27-42.
- IZQUIERDO, M. (2003). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. VI Jornadas Nacionales y III Internacionales de Enseñanza Universitaria de la Química. La Plata, Argentina, 28/09/03 – 01/10/03.
- IZQUIERDO, M. (2002). Conferencia “Cambio de Paradigma en la Química del Siglo XXI. La sorprendente evolución de la Tabla Periódica”. Reunión anual de la Sociedad Española de Historia de la Ciencia y de la Técnica. SEHCYT, Logroño.
- LINARES, R. (2002). Análisis sobre el uso de las analogías en los cursos del Departamento de Química de la Universidad del Valle. Treball de recerca Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas. UAB.
- MENSCHUTKIN, B.N. (1937). Historical development of the conception of chemical elements. *Journal of Chemical Education* 14, pp. 59-61.
- PACAULT, A. (1994). L'élément chimique aujourd'hui. *La actualité chimique*, juillet-août, pp.58-62.
- ROUNDY, W.H. Jr. (1989). What is an Element? *J. of Chemical Education*, 66 (9), pp. 729 – 730.
- THIBAULT, J., FIGUIÈRE, P., LEGENDRE, J.J., PACAULT, A. y TIBERGHIEN, A. (1994). L'élément chimique dans les écrits et dans les esprits contemporains. *La actualité chimique*, juillet-août, pp.56-57.
- ZOHAR, A. (2004). *Higher order thinking in Science classrooms: Students' learning and teachers' professional development*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.