

# LA ENSEÑANZA DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA CON MODELOS RECURRENTES.

## II El Modelo de Lewis-Langmuir-Sidgwick

**CHAMIZO, J. A.**

Facultad de Química, UNAM, México 04510 D.F.

---

**Palabras clave:** Historia; Ciencia; Modelos; Química.

### OBJETIVOS

Introducir los modelos recurrentes como una forma de presentar la historia de la ciencia en el salón de clases.

### MARCO TEÓRICO

En los últimos años se ha dado una intensa discusión sobre la incorporación de la historia en la enseñanza de la ciencia y como hacerlo con modelos históricos (Justi, 2000).

Kragh (1987) reconoce al menos tres posturas en el quehacer histórico, tres diferentes estrategias historiográficas: anacrónica, diacrónica y recurrente.

En la estrategia anacrónica el pasado se estudia y se valida de manera “absoluta” a la luz del presente. Esta postura etiquetada con el nombre de interpretación “whig” ha sido ampliamente utilizada y también muy cuestionada. Por otro lado la estrategia diacrónica consiste en estudiar la ciencia del pasado de acuerdo a las condiciones que existían realmente en ese pasado. Sin embargo el mismo Kragh indica:

*La historiografía diacrónica no puede ser más que un ideal. El historiador no puede liberarse de su tiempo ni evitar completamente el empleo de patrones contemporáneos.*

Recientemente, sin embargo, diversos autores han argumentado que la historia de la ciencia es inherentemente “centrada en el presente” asunto que de otra manera propuso hace años el filósofo francés G. Bachelard cuando introdujo el término “historia recurrente de la ciencia” como aquella que es continuamente contada a la luz del presente.

El objetivo de la historia recurrente no consiste en encontrar los conceptos que actualmente usamos en algún punto del pasado, sino el revelar el camino por el cual esos conceptos emergieron a partir de otros conceptos en una secuencia de correcciones y rectificaciones. Cuando un nuevo concepto “aparece” introduce una reorganización de la disciplina en la cual se incorpora y una evaluación del conocimiento previo con que esta contaba. Desde este punto de vista la ciencia se compromete periódicamente a evaluarse a si misma, a reconocerse en su pasado. *Esta historia recurrente es deliberadamente anacrónica, pues decide si*

*la ciencia anterior es válida o no a la luz de los conocimientos actuales; pero no es una historia continuista y teleológica (Kragh).*

La reconstrucción racional a la que apela la historia recurrente es diferente de la propuesta por Lakatos (1978) en la cual se tiene como referencia absoluta un standard extrahistórico de racionalidad. En este sentido es más cercana a la propuesta de Toulmin (1972):

*Las cuestiones de racionalidad conciernen precisamente no a las doctrinas intelectuales particulares que un hombre -o un grupo profesional- adopta en cualquier momento dado, sino a las condiciones y la manera en que está dispuesto a criticar y modificar esas doctrinas a medida que pasa el tiempo. La racionalidad de una ciencia no está encarnada en los sistemas teóricos corrientes en ella en momentos determinados, sino en sus procedimientos para llevar a cabo descubrimientos y cambios intelectuales a través del tiempo.*

La historia recurrente distingue entre “historia sancionada” a la que considera el doble de la historia tradicional y “obsoleta” que se dedica simplemente a describir los acontecimientos del pasado. Así la historia obsoleta es “la historia de los pensamientos que ya no pueden pensarse en la racionalidad del presente”, mientras que la historia sancionada es “la historia de los pensamientos que siguen siendo actuales o que podrían hacerse actuales si se les evalúa según la ciencia de la actualidad”

## **DESARROLLO DEL TEMA**

*El problema de la estructura de los átomos ha sido estudiado principalmente por los físicos, quienes consideran de manera muy pobre las propiedades químicas, las que en última instancia deben ser explicadas por una teoría de la estructura atómica. La gran cantidad de conocimientos que sobre las propiedades químicas se tiene y las relaciones como las que resume la tabla periódica deben emplearse como un mayor fundamento para la estructura atómica que los relativamente escasos datos experimentales obtenidos únicamente con ideas físicas.*

Con este párrafo el químico norteamericano I. Langmuir (1919) inicia su artículo sobre el acomodo de los electrones en los átomos y las moléculas y da una clara idea de los diferentes puntos de vista con que los químicos y los físicos abordaron la estructura atómica a principios del siglo XX.

Ya en 1916, el también norteamericano G.N. Lewis sugirió que para que los átomos adquirieran al combinarse la estructura estable de los gases nobles era factible compartir un par o más de electrones entre dos átomos. Langmuir sugeriría el nombre de covalencia para esta interacción.

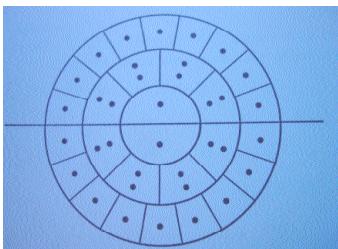
Lewis supuso que los electrones en los átomos están normalmente en posiciones estáticas, en los vértices de un cubo, por lo cual tuvo que negar la validez de la ley de Coulomb. Varias evidencias químicas apoyaban esta suposición, así como los resultados de las primeras estructuras cristalinas determinadas con rayos X, donde los átomos mostraban arreglos en poliedros regulares o estructuras muy simétricas. Los postulados que constituyen el modelo atómico cúbico de Lewis se presentan en la Tabla 1.

Langmuir (ganador del premio Nobel de Química en 1932 por sus investigaciones sobre los fenómenos de superficie) extiende el modelo de Lewis y considera elementos con más electrones los cuales ocupan pequeñas celdas dentro de capas esféricas concéntricas, dentro de las cuales podrían rotar, oscilar, o estar fijos en alguna posición particular. Las capas son de igual grosor, por lo que sus radios están en la relación 1:2:3:4 y sus áreas como 1:22:32:42, o sea, 1:4: 9:16 es decir el doble de estos números (2,8,18,32) corresponde exactamente a la periodicidad en el número atómico de los gases nobles (Figura 1). Langmuir diseñó una tabla periódica donde muestra cómo los electrones van ocupando las diferentes capas de su modelo y en donde tienen cabida, en forma natural, los elementos de transición .

**Tabla 1**  
**Postulados del modelo atómico cúbico de Lewis**

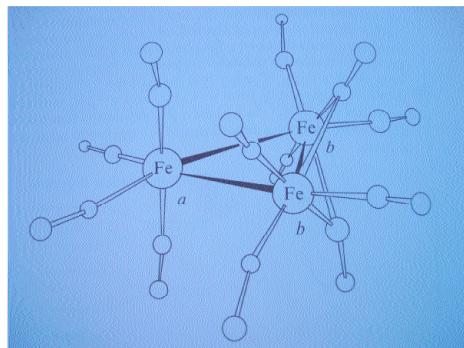
- 1) En cada átomo existe una parte esencial que permanece inalterada en todos los cambios químicos, llamada kernel. En esta porción del átomo se encuentran el núcleo y los electrones más internos (electrones del kernel), los que no alcanzan a neutralizar la carga del primero. Por ello, el kernel tiene una carga neta positiva que corresponde al número de la familia a la que pertenece el elemento en la tabla periódica.
- 2) Adicionalmente al kernel, el átomo posee una capa externa, la cual, en el caso de un átomo neutro, contiene la cantidad de electrones necesarios para neutralizar la carga positiva del kernel. Sin embargo, durante un cambio químico, los electrones en esta capa pueden variar entre cero y ocho.
- 3) En una combinación química, el átomo tiende a poseer un número par de electrones en la capa externa (de valencia) y, particularmente, ocho de ellos, los cuales se arreglan simétricamente en los vértices de un cubo.
- 4) Dos capas de valencia de diferentes átomos son mutuamente interpenetrables.
- 5) Los electrones pueden moverse con cierta facilidad de una posición a otra en la capa de valencia. No obstante, existen ciertas restricciones para este movimiento, determinadas por la naturaleza del átomo mismo, así como por la de aquellos otros combinados con él.
- 6) Las fuerzas eléctricas entre las partículas que están muy cerca (como en el átomo) no obedecen la ley de Coulomb.

En 1927 el químico inglés N.Y. Sidgwick formaliza el trabajo de Langmuir en la denominada regla de los 18 electrones, en la que los compuestos de los metales de transición (bloque d) adquieren una configuración electrónica con esta cantidad de electrones, a semejanza de los ocho requeridos por Lewis en los compuestos del bloque p. Mientras que la aceptación del modelo cúbico fue prácticamente inmediata, en buena medida por su capacidad de explicar muchos de los resultados de la entonces naciente fisicoquímica orgánica y de “explicar el concepto de valencia” (Chamizo 2004) como lo atestigua su incorporación “light” en prácticamente la mayoría de los libros de texto que tratan sobre el tema, su extensión a los 18 electrones permaneció olvidada hasta el resurgimiento de la química organometálica en la década de los 70’s..



**FIGURA 1**  
**Representación bidimensional de la disposición de los 36 electrones del Kr de acuerdo con Langmuir**

De manera muy sencilla dicha regla, que puede incorporarse como un postulado más en la Tabla 1 (evidentemente cambiando el nombre de la misma) dice (Purcell, 1977): *los compuestos organometálicos estables de los elementos del bloque d tienen un total de 18 electrones alrededor del átomo del metal de transición.*



**FIGURA 2**  
**Representación del cúmulo metálico  $\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}$**

La aplicación de dicho postulado en la explicación de la estructura de compuestos organometálicos (desde especies con un metal de transición hasta cúmulos metálicos, Figura 2), y su reactividad (clasificación de

las reacciones en cinco tipos diferentes: acoplamiento oxidativo, eliminación reductiva, inserción y disociación de ácidos y bases de Lewis) (Purcell, 1977) aparece muy fortalecida cuando permite además incorporar compuestos mixtos entre elementos provenientes del bloque **p** (que cumplen el octeto) con elementos del bloque **d** (que cumplen con la regla de los 18 electrones), a través de lo que se ha denominado “grupos electrónicamente equivalentes” como es el caso de la siguiente secuencia (en donde tanto el As como el fragmento  $\text{Co}(\text{CO})_3$  requieren tres electrones para completar 8 o 18 electrones alrededor del átomo central):



## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Justi (2000) ha indicado la importancia de utilizar modelos históricos en la enseñanza de la ciencia, eliminando los modelos híbridos. La presente propuesta acepta su sugerencia pero difiere de la de ella en que se soporta, para su empleo en el salón de clases, en las ideas de recurrencia y ciencia escolar (Izquierdo 1999). Así la incorporación de este modelo histórico recurrente (Lewis-Langmuir-Sidgwick) permite abordar de manera sistemática un número importante de información química estructural (tanto orgánica como inorgánica), y de reactividad química (además de lo indicado, por ejemplo, reacciones catalíticas). Más aún, al reconocer sus limitaciones (Mingos, 1998) se está en la posibilidad de incorporar otros modelos que encajen de mejor manera con los datos empíricos provenientes de la investigación química más reciente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD G., (1972), *El compromiso racionalista*, Buenos Aires, Siglo XXI
- CHAMIZO J.A., GUTIERREZ M.Y. (2004) “Conceptos fundamentales de química. I Valencia”, *Educación Química*, 15, 359-365.
- IZQUIERDO M., SANMARTÍ N., ESPINET M., GARCIA M.P., Pujol R.M. (1999) “Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar” *Enseñanza de las ciencias*, número extraordinario, junio 79-92
- LAKATOS I. (1978), *Mathematics, Science and Epistemology: Philosophical papers 2* J.Worrall and G. Currie, Cambridge, Cambridge University Press.
- LANGMUIR I. (1919) “The arrangement of electrons in atoms and molecules” *Journal of the American Chemical Society*, 41, 868
- JUSTI R., (2000), “Teaching with Historical Models” in Gilbert J.K. and Boutler C.J. *Developing Models in Science Education*, Dordrecht, Kluwer
- KRAGH H. (1987), *An Introduction to the Historiography of Science*, Cambridge Cambridge University Press
- MINGOS D.M.P. (1998) *Essential trends in Inorganic Chemistry*, Oxford, Oxford University Press.
- PURCELL K.F., KOTZ J.C. (1977) *Inorganic Chemistry*, Saunders, Philadelphia.
- TOULMIN S. (1972) *Human Understanding*, Princeton, Princeton University Press.