

## **Radio atómico: Problema docente en la enseñanza de propiedades periódicas**

**Marianela González Hernández  
José Blanco Prieto**

### **SINOPSIS**

*El presente trabajo describe la aplicación del método problémico de enseñanza en el tema de las propiedades periódicas en Química General. La metodología abordada parte de la definición de una tarea de tipo inductivo-deductivo para explicar la variación del radio atómico de los elementos químicos de un grupo y período de la clasificación periódica. Además incluye la información que el estudiante debe buscar y procesar, así como la programación de preguntas que puede hacer el profesor para promover el proceso de aprendizaje.*

*Términos Clave: <métodos problémicos> <propiedades periódicas> <radios atómicos> <Química General>*

### **ABSTRACT**

*The present paper describes the application of teaching by problem methods in the theme of periodic properties in a General Chemistry course. The adopted methodology begins with the definition of an inductive-deductive problem for the analysis of variation of atomic radius of chemical elements in periods and groups of the periodic classification. Also includes the information that students must search and process together with the programmed questions that the lecturer may formulate in order to promote the learning process.*

*Key Terms: <problem methods> <periodic properties> <atomic radius> <General Chemistry>*

---

---

## INTRODUCCION :

La enseñanza como fenómeno de la realidad objetiva es un proceso que se desarrolla dialécticamente, siendo internamente contradictorio ya que en él hay aspectos opuestos: la enseñanza y el aprendizaje, la forma y el contenido, lo viejo y lo nuevo, etc.

La tarea principal de la teoría de la enseñanza consiste en establecer las vías para organizar un proceso de enseñanza conveniente desde el punto de vista social y que prepare a los hombres de forma tal que sean capaces de cumplir sus tareas en todas las esferas de la vida.

Estas características se enfatizan en la sociedad moderna donde los problemas de la ciencia contemporánea demandan cada día más una mayor especialización y una rápida respuesta a las necesidades sociales<sup>5</sup>.

Lograr todo esto requiere estimular la búsqueda científica y para ello es necesario elevar la calidad y efectividad de la enseñanza, así como su papel en la formación de los estudiantes, sobre todo en lo que respecta al desarrollo de su pensamiento creador.

En estas condiciones es imprescindible perfeccionar el proceso docente y utilizar los métodos de la enseñanza problémica, los cuales contribuyen a la formación de hombres con posibilidades de afrontar y resolver las complejas tareas de la sociedad.

La función básica de estos métodos es el desarrollo del pensamiento creador de los estudiantes, lo que se puede lograr mediante el planteamiento de tareas que los conduzcan a buscar vías y medios para su solución, favoreciéndose la adquisición de métodos de investigación<sup>1</sup>.

La Química es una ciencia experimental por excelencia. De ahí que el laboratorio ocupe una posición central para aplicar el método científico. Solamente el método científico, en que hechos y

teorías se complementan y apoyan mutuamente, da a su materia de estudio el significado de ciencia y la posibilidad de su rápido desenvolvimiento<sup>8</sup>.

La cuestión fundamental de la enseñanza de la Química, consiste en impartir conocimientos sólidos y sistemáticos de los fundamentos de esta ciencia y de su aplicación en la vida cotidiana, formando simultáneamente una concepción científica del mundo en el estudiante, así como la habilidad de utilizar en la práctica los conocimientos químicos adquiridos, preparándolos para la vida y el trabajo<sup>3</sup>.

El interés rápidamente creciente por la enseñanza y la investigación en Química durante los últimos años ha traído consigo la urgente necesidad de introducir métodos de enseñanza que sean adecuados para el aprendizaje, cuando los alumnos ya han alcanzado un nivel moderadamente avanzado en su formación química<sup>10</sup>.

Precisamente los métodos problémicos, aplicados tanto en la enseñanza experimental como teórica de la Química, permiten situar al estudiante frente a una contradicción que funciona como fuente del desarrollo de su actividad cognoscitiva, activando sus habilidades y capacidades creadoras y que favorece la aproximación del proceso docente al proceso investigativo<sup>7</sup>.

## METODOLOGÍA:

A continuación analizaremos una de las posibles formas de abordar un tópico específico en el estudio de la periodicidad química, sobre la base de la dinámica del proceso cognoscitivo desde el punto de vista del desarrollo de la enseñanza problémica.

Cuando se explica la Ley Periódica y la base del ordenamiento de los elementos en la Tabla Periódica,

a continuación se pasa a analizar la variación periódica de las propiedades de los elementos al aumentar el número atómico tanto en un grupo como en un período.

Para ello se pueden presentar tablas que muestren los valores correspondientes a la propiedad que se está analizando y sobre la base de éstos llegar a la conclusión de cómo varía la misma.

Por ejemplo :

		Radios atómicos de los elementos del grupo 1 y el 2° período (en pm)							
Periodo 2		Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
		123	89	82	77	75	73	72	71
G		Na							
R		154							
U		K							
P		203							
O		Rb							
		216							
1		Cs							
		235							

El profesor puede mostrar esta tabla y preguntar :

¿Cómo varía el radio atómico al aumentar el número atómico en un grupo ? El estudiante, observando los datos, responderá que aumenta y a continuación podrá explicar sobre la base de sus conocimientos anteriores que, lógicamente, si el aumento del número atómico implica un mayor número de capas electrónicas, ya que al pasar de un período a otro hay un nivel electrónico más, los átomos deben ser cada vez más grandes.

En este caso se refleja una relación contradictoria entre el sujeto (estudiante) y el objeto de aprendizaje y por tanto ha surgido una situación problemática, ya que el alumno no puede explicar el fenómeno porque no tiene todos los elementos necesarios para su análisis.

En este momento el profesor debe concretar lo buscado y formular el problema docente de forma clara y precisa para que refleje la necesidad de realizar una actividad determinada, y en el caso que analizamos puede formularse en forma de pregunta:

Entonces el profesor hará otra pregunta:

- ¿Cómo varía el radio atómico al aumentar el número atómico en un período?

ENUNCIADO  
DEL PROBLEMA  
DOCENTE

Al aumentar el número atómico en un grupo de la Tabla Periódica aumenta el radio atómico, sin embargo al aumentar el número atómico en un período el radio atómico disminuye. ¿ Cómo usted podría explicar la variación del radio atómico en un período, a pesar de aumentar el número de electrones y protones ?

---

---

Para resolver este problema docente es conveniente emplear el método de búsqueda parcial, el cual se utiliza por el estudiante cuando el profesor, al no resolver completamente el problema (o no abordarlo) lo deja para que sea la base de otra actividad docente en la cual se cumplirá su estructura metodológica en dependencia del tipo de que se trate.

Al estudiante debe orientársele refrescar sus conocimientos sobre número atómico, carga nuclear efectiva, efecto pantalla y la relación que existe entre estas magnitudes e indicarle la realización de una tarea (que será problemática) que como tal no responderá a una solución estándar, sino que concretará la solución del problema<sup>11</sup>.

Para resolver dicha tarea el estudiante debe determinar lo conocido (los conceptos que se le orienta que debe repasar) y vincularlo con lo desconocido (lo cual debe buscar). Lo buscado como elemento fundamental de la tarea, constituye la regularidad general localizada, que permite cumplirla y que concreta el paso correspondiente de solución del problema.

La inducción científica, como método particular en el sistema del método dialéctico de investigación, encuentra una gran aplicación en la rama de la Química. Del análisis de los hechos, obtenidos en la investigación experimental, se hacen conclusiones de la existencia de propiedades comunes y de relaciones regulares entre las sustancias, estableciéndose con ello, las leyes de sus interacciones y formulándose los conceptos sobre estos y sus transformaciones.

En el método inductivo, la cognición va de lo particular, de lo específico, a lo general. Sobre la base de un estudio de fenómenos químicos particulares aisladamente y de juicios hechos, existentes hasta el momento, se sacan deducciones

generales, vínculos esenciales y regularidades entre las sustancias.

El método inductivo se apoya en la experiencia y en las observaciones realizadas, por medio de la contemplación viva de hechos y fenómenos aislados y sobre esta base, con ayuda del análisis y los resultados obtenidos en la comparación de datos empíricos, es posible mediante la inducción obtener nuevos conocimientos<sup>6</sup>.

Por estas razones consideramos que la tarea que proponemos es del tipo inductivo-deductivo, ya que el estudiante debe buscar cómo calcular una magnitud particular para cada elemento y sobre la base del análisis de esos resultados llegar a una generalización que le permita dar la solución del problema planteado.

Teniendo en cuenta que el trabajo docente con el libro de texto se organiza con el objetivo de la adquisición de nuevos conocimientos por parte de los alumnos, se pueden aplicar las siguientes variantes:

a) uso del libro como fuente de nuevos conocimientos expuestos en su forma acabada,

b) uso del libro de texto para las generalizaciones, confección de tablas o esquemas.<sup>12</sup>

En el primer caso los estudiantes adquieren los conocimientos del libro, usándolo como fuente de información, mientras que en el segundo se realiza un trabajo más completo, más creador por parte del alumno.

Escogimos esta última variante para orientar la tarea que consiste en estudiar con ayuda del texto de Química General, el epígrafe sobre propiedades periódicas y específicamente las reglas de Slater, aplicar éstas para formular una expresión matemática que le permita calcular el efecto pantalla (8) y

después la carga nuclear efectiva ( $Z^\circ$ ) para todos los elementos del segundo período y si le interesa, también puede hacer el cálculo para los elementos de un grupo, aunque en este caso no lo necesita para explicar la variación del radio atómico, pero si lo hace le servirá de reafirmación a la explicación que él ya pudo dar anteriormente sin usar este criterio.

Según lo anterior, el alumno usando las Reglas de Slater y conociendo los números atómicos ( $Z$ ), debe hacer los siguientes cálculos para los elementos del segundo período:

$$Z^\circ = Z - \delta$$

Li $Z = 3$ $1S^2 2S^1$	$\delta = 2 (0.85) = 1.70$	$Z^\circ = 1.30$
Be $Z = 4$ $1S^2 2S^2$	$\delta = 2 (0.85) + 0.35 = 2.05$	$Z^\circ = 1.95$

y así sucesivamente obtendrá los siguientes resultados:

B $Z = 5$	$\delta = 2.40$	$Z^\circ = 2.60$
C $Z = 6$	$\delta = 2.75$	$Z^\circ = 3.25$
N $Z = 7$	$\delta = 3.10$	$Z^\circ = 3.90$
O $Z = 8$	$\delta = 3.45$	$Z^\circ = 4.55$
F $Z = 9$	$\delta = 3.80$	$Z^\circ = 5.20$
Ne $Z = 10$	$\delta = 4.15$	$Z^\circ = 5.85$

Si se hacen los cálculos para el grupo 1 los resultados serán:

Li $Z = 3$	$\delta = 1.70$	$Z^\circ = 1.30$
Na $Z = 11$	$\delta = 8.80$	$Z^\circ = 2.20$
K $Z = 19$	$\delta = 16.80$	$Z^\circ = 2.20$
Rb $Z = 37$	$\delta = 34.80$	$Z^\circ = 2.20$
Cs $Z = 55$	$\delta = 52.80$	$Z^\circ = 2.20$

Como se puede ver, con estos nuevos datos el estudiante no tiene una respuesta elaborada sino que tendrá que analizarlos e interpretar su significado físico para poder dar respuesta al problema que se le planteó y que debe discutir en otro momento.

polemizar mediante una conversación heurística, en la cual se van planteando preguntas que el alumno irá respondiendo sobre la base de conocimientos que ya posea y de los resultados obtenidos como solución de la tarea.

La revisión de los resultados de esta tarea y de la explicación final dada por los alumnos al problema planteado forman parte de una clase práctica donde el profesor puede, profundizar en estos conocimientos y

El "algoritmo" de trabajo se puede desarrollar mediante una programación de preguntas<sup>4</sup> :  
 - ¿Cómo varía la carga nuclear efectiva al aumentar el número atómico en el segundo período ?

---

---

*R/ Al aumentar el número atómico aumenta la carga nuclear efectiva.*

- ¿Qué significado físico tiene un mayor valor de la carga nuclear efectiva?

*R/ A mayor valor de la carga nuclear efectiva los electrones más externos del átomo están más fuertemente atraídos por el núcleo.*

- ¿Cómo es, entonces, la atracción electrostática a que están sometidos los electrones más externos de un átomo de un elemento del final del período con respecto a un elemento del inicio del período ?

*R/ La atracción electrostática a que están sometidos los electrones más externos de un elemento del final del período es mayor porque es mayor el valor de la carga nuclear efectiva.*

El profesor recordará a los estudiantes que la magnitud física fuerza electrostática puede interpretarse como una medida de la atracción electrostática de dos cargas y que esta magnitud está relacionada con el radio a través de la Ley de Coulomb de la siguiente forma<sup>2</sup>:

$$F = \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

entonces, podrá finalmente preguntar:

- ¿Cómo será el radio de los átomos de un elemento del final del período con respecto al de un elemento del inicio del período ?

*R/ El radio de los átomos de un elemento del final del período será menor.*

De esta manera el estudiante habrá comprobado la solución del problema que se le había planteado.

En este momento, el profesor hará notar a los alumnos que en un período aumenta el número atómico pues aumenta el número de protones y por

tanto de electrones al pasar de un elemento a otro, pero estos últimos se sitúan en la misma capa electrónica, por lo que este aumento no es tan considerable como en un grupo en que aumenta el número de electrones por la aparición de una nueva capa electrónica al pasar de un período a otro y además en el grupo la carga nuclear efectiva sólo aumenta en el primer caso y después se mantiene constante.

Como conclusión el profesor destacará la importancia de la solución de este problema, pues a través del análisis de la variación del radio atómico en un grupo o período podrán predecirse otras propiedades como son: tipo de enlace, carácter ácido-base y redox, etc. de los compuestos que forman estos elementos. Debe señalarse que la solución de una situación problema entraña el surgimiento de otras que pueden ser complejas<sup>9</sup>.

Como resultado de todo el proceso cognoscitivo que hemos analizado a través de este ejemplo, el estudiante habrá descubierto, aunque no sea consciente de ello, la estructura del pensamiento creador, adquiriendo un nivel más alto de conocimientos y un nuevo modo de acción, que lo llevará a la asimilación de conceptos y por tanto a un nuevo conocimiento<sup>8</sup>.

## CONCLUSIONES :

En el proceso de la enseñanza de la Química, al igual que en el proceso de la cognición científica, en la conciencia de los alumnos se graban representaciones, leyes, nociones y generalizaciones teóricas que reflejan correctamente las sustancias y sus transformaciones. Al mismo tiempo que éstos se originan como resultado de la investigación en el proceso de la cognición científica, en el proceso de la enseñanza ocurre solamente la asimilación de las representaciones ya formadas en la ciencia, leyes ya

---

---

descubiertas, de los conceptos y teorías ya elaborados, etc.

De acuerdo con esto, forma parte de la tarea del profesor transmitir a los alumnos el contenido de esas representaciones, reacciones, leyes y teorías con la corrección y profundidad del programa considerado y a su vez fijarlos con los términos, juicios y frases adecuadas; complementariamente la tarea de los alumnos consiste en asimilar ese contenido y aprender a expresarlo con los términos, juicios y frases correspondientes.

En otras palabras, la tarea del profesor consiste en la formación en la conciencia de los alumnos de representaciones, nociones y leyes establecidas por la ciencia que reflejan correctamente los fenómenos del mundo.

Prácticamente hemos comprobado que dichos conocimientos son asimilados y fijados con mayor eficiencia cuando el estudiante no los toma ya elaborados, sino que participa activamente en el proceso de cognición y ésto puede lograrse aplicando métodos problémicos en la enseñanza que contribuirán al desarrollo de su pensamiento creador.

Sin embargo, en todas las clases no todos los tópicos se pueden resolver mediante el enfoque por problemas, existen algunos, diríamos muchos, que requieren de conocimientos con un elevado grado de elaboración.

Por esto la enseñanza problémica no es un elíxir aislado, sino uno de los elementos del sistema integral de enseñanza - aprendizaje que presupone variadas formas y métodos de enseñanza.

---

---

## REFERENCIAS

- ANDREIEV, V.I. Evaluación pedagógica de las habilidades investigativas de los alumnos de los grados superiores y de los estudiantes en las condiciones de la programación heurística de la enseñanza. *La Educación Superior Contemporánea*, No. 21, 107-122, 1978.
- FABRIKANT, V A. et. al. Los problemas de las disciplinas fundamentales. *Vestnia Vishaia Shkola*. No. 5, 11-18, 1976.
- HYDZIK, B. Métodos de formación de la iniciativa individual de los estudiantes en el proceso docente educativo. *La Educación Superior Contemporánea*. No. 17, 151-181, 1977.
- KAUFMAN-GOETZ, H. y Kaufman, G Two examples of programmed learning in inorganic chemistry. *Journal of Chemical Education*, Vol. 53, No. 2, 170, 1990 .
- KORSHUNOV, A. M. La situación problémica en la enseñanza de la Filosofía. *La Educación Superior Contemporánea*. No. 31, 131-147, 1980.
- MINCHENKOV, E.E. Algunas cuestiones sobre metodología de la enseñanza de la Química. *La Habana*, pp. 54-70, 1975.
- PILDKASISTI, P.I., Korotiaev, V.I. y Joziainov, V.I. Fundamentos teóricos de la impartición de los conocimientos y de la enseñanza de los métodos empleados en la actividad cognoscitiva. *La Educación Superior Contemporánea*. No. 31, 197-215, 1980.
- RESHETOVA, Z.A. y Sergueieva, T.A. La formación del pensamiento teórico de los estudiantes en el proceso de estudio de la Química General en la Educación Superior. *La Educación Superior Contemporánea*. No. 23, 109-134, 1978 .
- SANDERSON, R.T. *Periodicidad Química*. (1964), Editorial Aguilar, Madrid, capítulo 3.
- SURIN, Y. El enfoque mediante problemas en la enseñanza de la Química en Tres Conferencias sobre Metodología de la Enseñanza de la Química. Editorial de Libros para la Educación, 5-11, 1981.
- WHITE, J. M., Close, J. S. y McAllister, J.W. Freshman Chemistry Whithout Lectures. *Journal of Chemical Education*. Vol, 49, No. 10, 772-774, 1972.
- YOUNG, J.A. *Practice in Thinking*. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. pp. 31-37, 1960.