

## LA TEORIA ATOMICO-MOLECULAR. DISEÑO DE APRENDIZAJE

Joaquín Rodríguez Guarnizo

*Joaquín Rodríguez Guarnizo.*

*Doctor C. Químicas.*

*Catedrático Escuela Universitaria de Profesorado de  
E. G. B. Toledo*

En el presente trabajo pretendemos mostrar un posible diseño de aprendizaje, basado en la presentación estructurada del mensaje didáctico. Como ejemplo concreto hemos elaborado un posible diseño a nivel de un primer curso universitario, que a nuestro entender sería adecuado para facilitar la revisión de aquellos elementos de aprendizaje que son propios de la *Teoría atómico-molecular*. Como objetivo fundamental de su aprendizaje hemos considerado, la revisión de los diferentes aspectos que lo integran, y el análisis de sus interrelaciones, tratando de lograr en suma, una visión globalizada de la temática elegida.

La filosofía que orienta nuestro interés, se basa en el hecho de que el diseño de un programa para el aprendizaje de un determinado contenido, no debe hacerse en el vacío, sino apoyándose y en conexión directa con los conocimientos previos que al respecto posee el alumnado al que va dirigido. Ello es así, porque si la captación de un determinado contenido precisa de la posesión de ciertos prerrequisitos formativos —amén de las exigencias psicológicas que ello conlleve—, y estos no han sido alcanzados por lo que aprenden, o bien se incluyen en el programa explícitamente como punto de partida, o el profesor encargado de su desarrollo debe considerarlos implícitamente incluidos, si quiere lograr que su labor sea eficaz.

La motivación inicial la encontramos en la aportación de Cagné (1971), en lo que respecta a la planificación de secuencias instructivas; planteamientos que sin duda han sido incorporados a diseños en el campo de la química, por Gower y col. (1971), y Ozsogomnyan (1979), entre otros. No obstante, fue un análisis crítico sobre los diferentes enfoques para intentar resolver la presencia de dificultades de aprendizaje, desde un punto de vista piagetiano y ausubeliano, realizado por Dawson (1978), lo que nos hizo asumir plenamente los planteamientos de Ausubel.

Concretamente, hicimos nuestra la idea de Ursula Hofacker

(1975), de que la estructura de una temática dada, si se presenta adecuadamente, contiene en sí misma el organizador conceptual más eficiente. En base a ello, hemos procedido al diseño de organizadores estructurales, en el sentido que matiza Zabalza (1987), de manera que con su discusión en aula no sólo logramos mostrar los diferentes elementos de aprendizaje cuya captación nos preocupa, sino que explicitando la interrelación entre los mismos, creemos que es posible rentabilizar el acto didáctico, facilitando la comprensión de las interrelaciones conceptuales, fomentando la sistematización del trabajo intelectual y cómo señala dicho autor, ayudando a que el discente dote de estructura y sentido integral a todo lo que hace.

En base a todo lo anterior, y con el objeto de optimizar nuestra tarea docente, venimos desde hace tiempo desarrollando una línea de trabajo (Rodríguez Guarnizo, 1983, 1985), que está cristalizando en el logro de una metodología didáctica, apoyada en la presentación estructurada de los diferentes elementos de aprendizaje, que corresponden a una temática dada.

Si bien en el desarrollo de nuestro trabajo hemos tenido presente la aportación al respecto de Rodríguez Diéguez (1983), en la operatividad concreta, hemos adoptado para nuestro objetivo la técnica desarrollada por Heredia (1979), respecto al empleo de gráficos en la elaboración de programas de enseñanza, que permiten la organización lógica de los diferentes elementos de aprendizaje, que comporta la captación de un determinado contenido.

En la tabla n.º 1, se muestran los elementos de aprendizaje correspondientes a la temática que nos preocupa, y que mediante la técnica antes aludida hemos articulado y posteriormente estructurado.

Por *articulación* entendemos el proceso de análisis que nos permite encontrar las relaciones de antecedente-consecuente entre los diferentes elementos de aprendizaje considerados, y por *estructuración*, el ulterior proceso de síntesis, mediante el cual es posible representar las relaciones existentes entre todos los elementos de aprendizaje intervinientes.

La técnica aplicada consiste esencialmente en la elaboración de una matriz (fig. n.º 1) en la que se pone de manifiesto la relación de antecedente-consecuente de cada uno de los elementos considerados, fruto del proceso de articulación. Tanto en la primera fila como en la primera columna, se han dispuesto los números con que identificamos a los diferentes elementos de aprendizaje. En ella se explicita la relación aludida, mediante la asignación del guarismo *I*, en la posición  $a_{ij}$ , en el caso de que el ítem que encabeza la columna (ítem *i*) requiera para su captación, la previa del ítem al que corresponde la fila que se considera (ítem *j*). Si no existe este requisito, de que el

## LA IMPORTANCIA DE LA TEORIA ATOMICO-MOLECULAR

### Elementos de aprendizaje

- 1.- Ley científica.
- 2.- Hipótesis científica.
- 3.- Teoría científica.
- 4.- Concepto de ciencia. Clasificación de las ciencias.
- 5.- El método científico. Etapas y características fundamentales.
- 6.- La Química como disciplina científica; objeto de la Química.
- 7.- La Teoría del Flogisto.
- 8.- El Atomismo.
- 9.- Ley de Lavoisier.
- 10.- Ley de Proust.
- 11.- Ley de Dalton.
- 12.- Ley de Richter.
- 13.- Aspectos generales relativos al estado gaseoso. Leyes fenomenológicas.
- 14.- Ley de Gay-Lussac (de los volúmenes de combinación).
- 15.- Hipótesis de Dalton.
- 16.- Teoría Atómica.
- 17.- Concepto de peso atómico.
- 18.- Concepto de átomo-gramo.
- 19.- Concepto y significado de Número de Avogadro.
- 20.- Interpretación atómica de la Ley de Lavoisier.
- 21.- Significado implícito en dicha Ley: Estequiometría.
- 22.- Interpretación atómica de la Ley de Proust.
- 23.- Significado implícito en dicha Ley: Relación de pesos de combinación.
- 24.- Interpretación atómica de la Ley de Dalton.
- 25.- Significado implícito en dicha Ley: Posibilidad de combinaciones múltiples; valencia química.
- 26.- Interpretación atómica de la Ley de Richter.
- 27.- Significado implícito en dicha Ley: Concepto de peso equivalente.
- 28.- Imposibilidad atómica de justificar la leyes volumétricas de combinación.
- 29.- Hipótesis de Avogadro; problemática de su aceptación.
- 30.- Teoría Atómico-molecular.
- 31.- Justificación de las leyes volumétricas de combinación.
- 32.- Diferenciación entre el concepto de átomo y de molécula.
- 33.- Concepto de peso molecular.
- 34.- Concepto y significado de Número de Avogadro.
- 36.- Ecuación de estado de un gas ideal.
- 37.- Concepto de volumen molar.
- 38.- La importancia didáctica e histórica de la Teoría Atómico-molecular.

Figura n.º 1

item  $j$ , sea necesario para la comprensión del item  $i$ , en la posición  $a_{ij}$  correspondiente escribimos el número 0.

El procedimiento seguido en la descomposición de la matriz es sencillo, basándose en el hecho de que si en la columna que corresponde a un determinado elemento de aprendizaje no aparecen más que ceros, ello indica que su captación no precisa de la de ningún otro. Por ello, la resolución se efectúa por las eliminaciones sucesivas de aquellos elementos de aprendizaje, en cuyas columnas no aparezcan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38											
1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
2		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
3			0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
4				0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
5					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
6						0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
7							0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
8								0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
9									0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
10										0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
11											0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
12												0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
13													0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0							
14															0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
15																0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
16																	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
17																		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
18																			0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
19																				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
20																					0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
21																						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						
22																							0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
23																								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						
24																									0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
25																										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1					
26																											0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
27																												0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1				
28																													0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
29																														0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
30																															0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
31																																0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
32																																	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
33																																		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
34																																			0	1	0	1	0	0	0	0	0	0					
35																																					0	1	0	1	0	0	0	0					
36																																							0	1	0	1	0	0	0				
37																																									0	1	0	1	0	0	0		
38																																											0	1	0	1	0	0	0

Articulación de los elementos de aprendizaje

Figura n.º 1

unos. De esta manera, se irán reduciendo escalonadamente las dimensiones de la matriz, y los items eliminados cada vez, estarán encuadrados en un mismo nivel.

Su resolución permite clasificar gradualmente los mencionados elementos en diferentes niveles de aprendizaje, y teniendo presente el carácter previo o posterior de unos elementos sobre otros, diseñar en un proceso de síntesis—estructuración— el grafo de secuenciación lógica (fig. n.º 2), en el que se muestra la estructura lógica, desde un punto de vista didáctico, del tema considerado, y a partir del cual es posible el diseño de las secuencias lógicas de enseñanza, en las que mostrando la ordenación jerárquica y la interrelación de los elementos de aprendizaje correspondientes, pueden proporcionar una dimensión integrada del mismo.

Con el fin de facilitar el desarrollo de la unidad temática propuesta, hemos distribuido los elementos de aprendizaje en los siguientes contenidos parciales:

- I. *La teoría científica como parte integrante de la estructura de la ciencia. Antecedentes históricos de la teoría atómica.*
- II. *Las leyes de las combinaciones químicas y la teoría atómica.*

LA IMPORTANCIA DE LA TEORIA ATOMICO-MOLECULAR

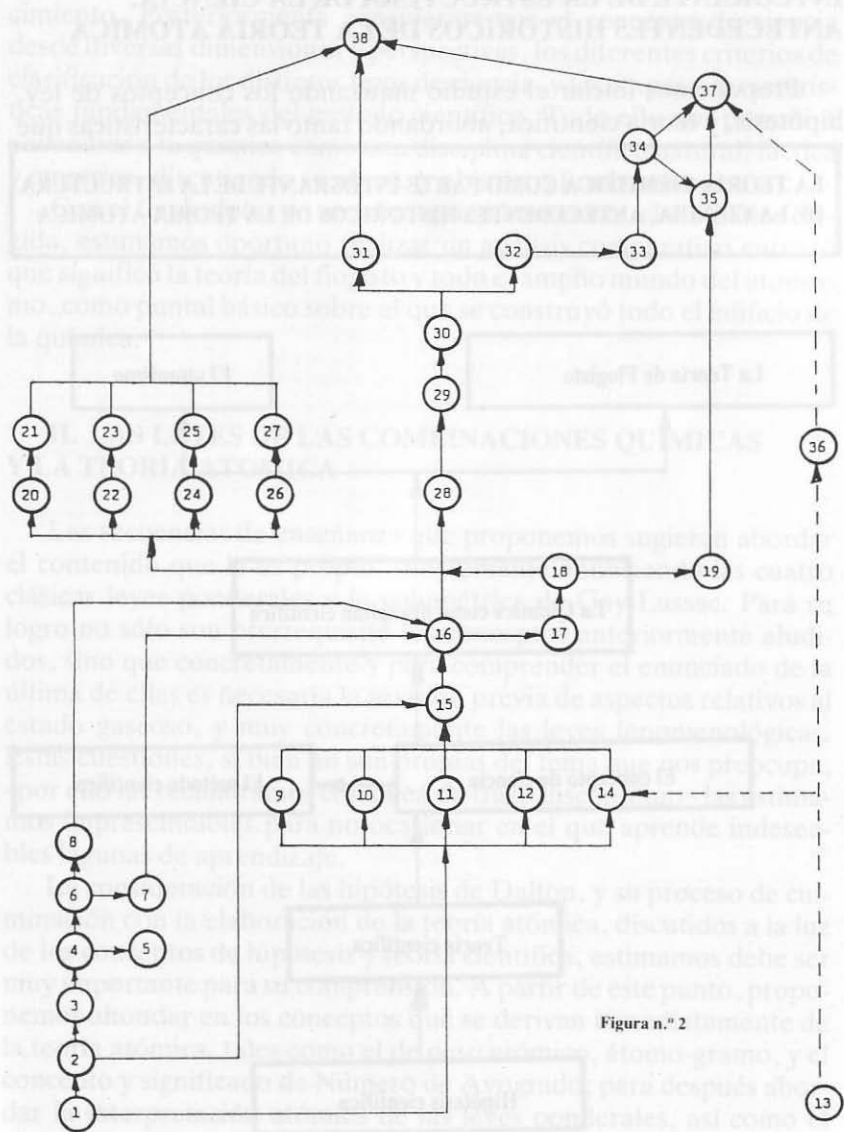


Figura n.º 2

Estructura lógica de los elementos de aprendizaje

III. La teoría atómico-molecular.

Para cada uno de los cuales y de acuerdo con la estructura lógica obtenida, proponemos las siguientes secuencias lógicas de enseñanza, de los diferentes elementos de aprendizaje que los integran, y que se muestran en las figuras n.º 3, 4 y 5.

# I. LA TEORIA CIENTIFICA COMO PARTE INTEGRANTE DE LA ESTRUCTURA DE LA CIENCIA. ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA TEORIA ATOMICA

Proponemos iniciar el estudio matizando los conceptos de ley, hipótesis, y teoría científica, abordando tanto las características que

LA TEORIA CIENTIFICA COMO PARTE INTEGRANTE DE LA ESTRUCTURA DE LA CIENCIA, ANTECEDENTES HISTORICOS DE LA TEORIA ATOMICA

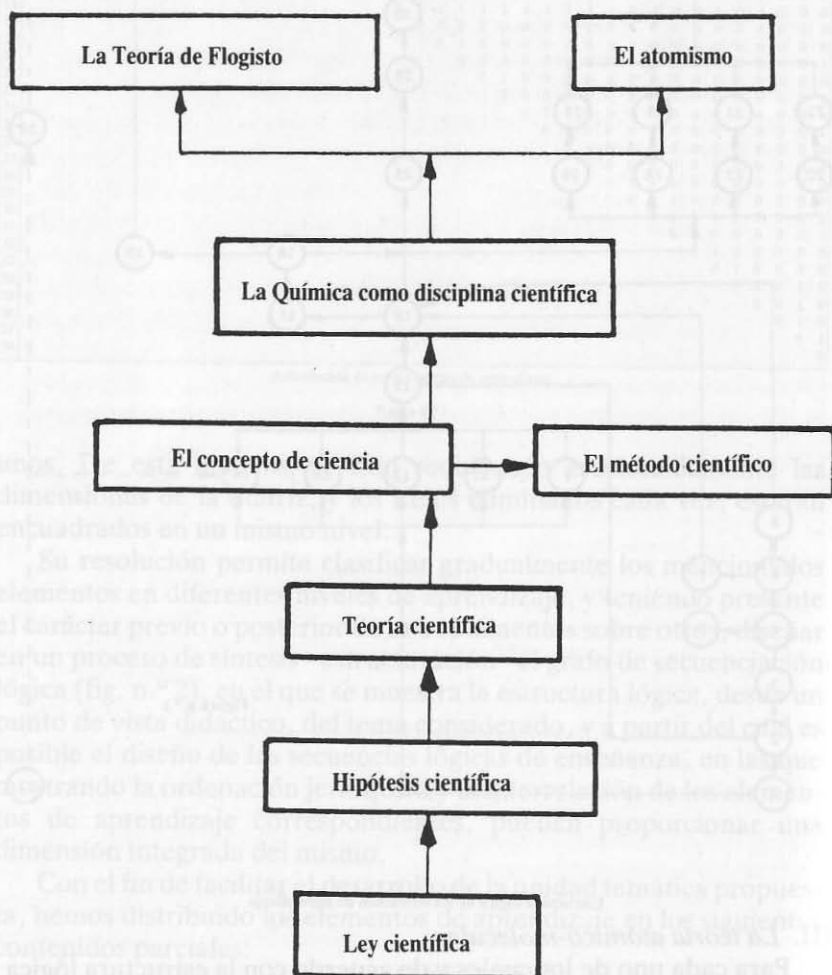


Figura n.º 3

les son esenciales, como las etapas o fases que conducen a su establecimiento. Posteriormente consideraremos el concepto de ciencia desde diversas dimensiones y perspectivas, los diferentes criterios de clasificación de los distintos tipos de ciencia, y las etapas y características fundamentales del método científico. Todo ello nos permitirá encuadrar a la química como una disciplina científica natural, fáctica y empírica, discutiendo su objeto y objetivos fundamentales.

Con el fin de dotar de una dimensión humanista a la temática elegida, estimamos oportuno realizar un análisis comparativo entre lo que significó la teoría del flogisto y todo el amplio mundo del atomismo, como puntal básico sobre el que se construyó todo el edificio de la química.

## **II. LAS LEYES DE LAS COMBINACIONES QUIMICAS Y LA TEORIA ATOMICA**

Las secuencias de enseñanza que proponemos sugieren abordar el contenido que le es propio, simplemente enunciando las cuatro clásicas leyes ponderales y la volumétrica de Gay-Lussac. Para su logro no sólo son prerequisite los conceptos anteriormente aludidos, sino que concretamente y para comprender el enunciado de la última de ellas es necesaria la revisión previa de aspectos relativos al estado gaseoso, y muy concretamente las leyes fenomenológicas. Estas cuestiones, si bien no son propias del tema que nos preocupa, —por ello las recuadramos con línea de trazo discontinuo— las estimamos imprescindibles para no ocasionar en el que aprende indeseables lagunas de aprendizaje.

La consideración de las hipótesis de Dalton, y su proceso de culminación con la elaboración de la teoría atómica, discutidos a la luz de los conceptos de hipótesis y teoría científica, estimamos debe ser muy importante para su comprensión. A partir de este punto, proponemos ahondar en los conceptos que se derivan inmediatamente de la teoría atómica, tales como el de peso atómico, átomo-gramo, y el concepto y significado de Número de Avogrado, para después abordar la interpretación atómica de las leyes ponderales, así como el estudio de aquellos aspectos implícitos en ellas, tal y como se señala en el organigrama.

## **III. LA TEORIA ATOMICO-MOLECULAR**

Esta secuencia de enseñanza la iniciamos precisamente, considerando la limitación de la teoría atómica, al ser incapaz de justificar por sí sola la no aditividad volumétrica puesta de manifiesto en la Ley

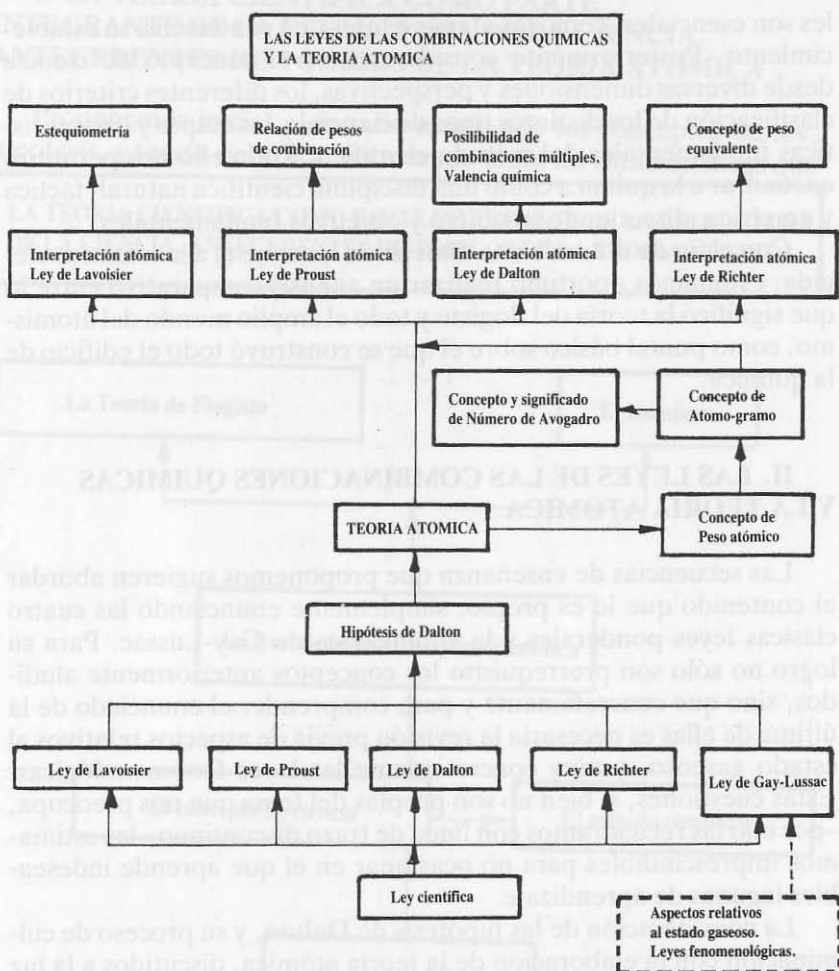


Figura n.º 4

de Gay-Lussac. La aceptación de las hipótesis de Avogadro, y la consideración de la problemática que su aceptación conlleva, nos permitirá no sólo entender acerca de la teoría atómico-molecular, sino captar el mensaje implícito en la misma: Por un lado la posibilidad de justificar las leyes volumétricas de combinación y por otro, el aprendizaje o revisión de aquellos conceptos químicos que de dicha teoría se derivan.



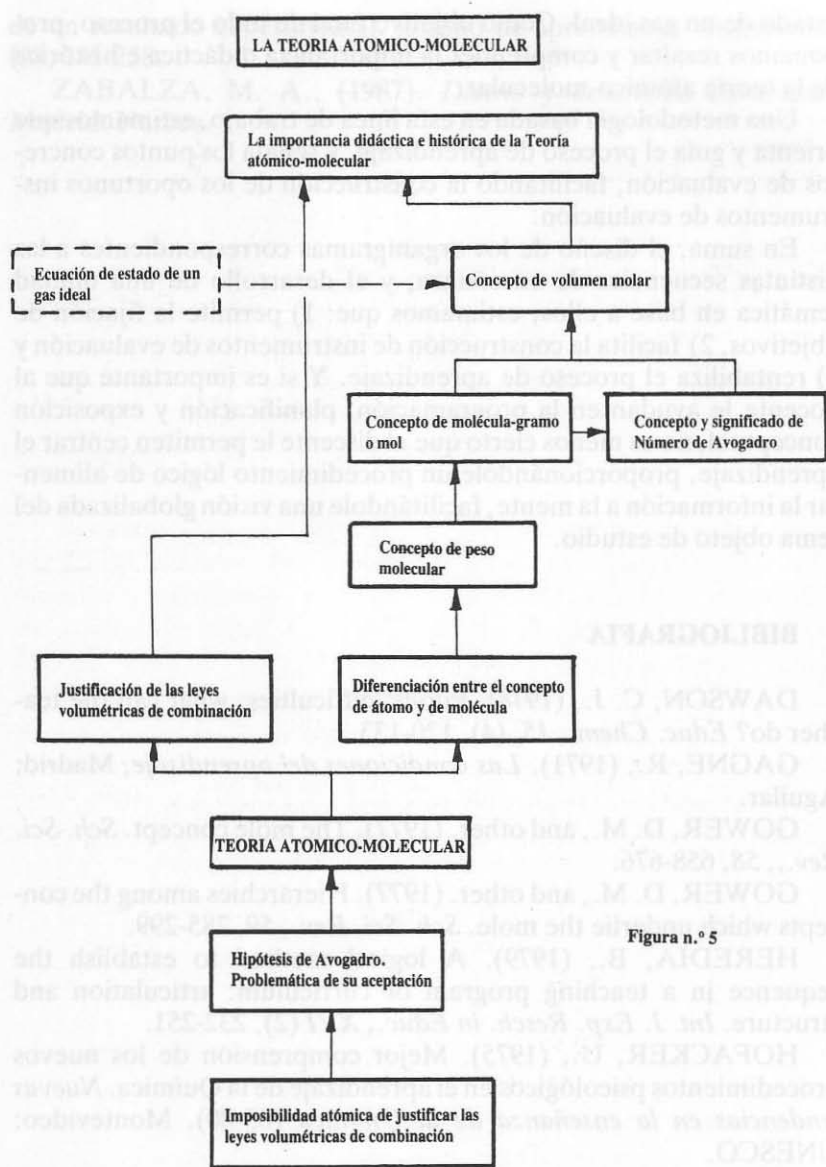


Figura n.º 5

Comenzaremos diferenciando entre los conceptos de átomo y de molécula, y con posterioridad procederemos a la captación de los de peso molecular, molécula-gramo o mol, así como a incidir de nuevo –bajo una dimensión molecular– sobre el de Número de Avogadro. Dichos elementos nos permitirán alcanzar todo el significado de volumen molar, aunque dicho aprendizaje entendemos debe apoyarse en el conocimiento de la problemática relativa a la ecuación de

estado de un gas ideal. Como objetivo final de todo el proceso, proponemos resaltar y comprender la importancia didáctica e histórica de la teoría atómico-molecular.

Una metodología basada en esta línea de trabajo, estimamos que orienta y guía el proceso de aprendizaje, y señala los puntos concretos de evaluación, facilitando la construcción de los oportunos instrumentos de evaluación.

En suma, el diseño de los organigramas correspondientes a las distintas secuencias de enseñanza, y el desarrollo de una unidad temática en base a ellos, estimamos que: 1) permite la fijación de objetivos, 2) facilita la construcción de instrumentos de evaluación y 3) rentabiliza el proceso de aprendizaje. Y si es importante que al docente le ayuden en la programación, planificación y exposición conceptual, no es menos cierto que al discente le permiten centrar el aprendizaje, proporcionándole un procedimiento lógico de alimentar la información a la mente, facilitándole una visión globalizada del tema objeto de estudio.

## BIBLIOGRAFIA

DAWSON, C. J., (1978). Pupils' difficulties: what can the teacher do? *Educ. Chem.*, 15, (4), 120-133.

GAGNE, R., (1971). *Las condiciones del aprendizaje*, Madrid: Aguilar.

GOWER, D. M., and other. (1977). The mole concept. *Sch. Sci. Rev.*, 58, 658-676.

GOWER, D. M., and other. (1977). Hierarchies among the concepts which underlie the mole. *Sch. Sci. Rev.*, 59, 285-299.

HEREDIA, B., (1979). A logical method to establish the sequence in a teaching program or curriculum: articulation and structure. *Int. J. Exp. Resch. in Educ.*, XVI (2), 232-251.

HOFACKER, U., (1975). Mejor comprensión de los nuevos procedimientos psicológicos en el aprendizaje de la Química. *Nuevas tendencias en la enseñanza de la Química* (65-80). Montevideo: UNESCO.

OZSOGOMONYAN, A., (1979)., An application of Gagné's Principles of instructional design. *J. Chem. Educ.*, 56 (12), 799-801.

RODRIGUEZ DIEGUEZ, J. L., (1983). La estructura del mensaje en el acto didáctico: Revisión del problema y propuesta metodológica. *Enseñanza*. (1), 57-75.

RODRIGUEZ GUARNIZO, J., BARANTES BRESO, J., (1983). El problema de la medida en los programas renovados de la E.G.B., *Bordón*, XXXV (248), 337-351.

RODRIGUEZ GUARNIZO, J., (1985). La expresión correcta

de un resultado experimental. Diseño de aprendizaje. *Enseñanza*, (3), 241-258.

ZABALZA, M. A., (1987). *Diseño y desarrollo curricular*, Madrid: Narcea.

Fatiga Siriba Gadea

Enseñanza Primaria  
Departamento de Ciencias Experimentales  
Escuela Experimental de Primaria  
Universidad del País Vasco

## RESUMEN

Propoñemos un viaje no presencial al fascinante mundo de las partículas subatómicas. Vamos a penetrar en el interior del átomo atómico. Descubriremos una mundo poblado por una gran variedad de partículas, unas elementales, y otras compuestas. Hablaremos de los que ahora creemos que son los constituyentes fundamentales de la materia: intentaremos exponer las primeras teorías que dan cuenta de las interacciones entre las partículas elementales.

"Ha llegado el momento, dice la muerte, de que hablo por de muchas cosas que he visto y he oído."

León Carroll: "A través del espejo y lo que Alicia encontró allí"

## 1. PREHISTORIA

"Cuando no había existencia, ni siquiera había nada, y yo estaba al aire, ni había detrás el cielo,  
¿Qué es lo que se movía?  
¿Dónde estaba?  
¿Quién lo guardaba?  
¿Desde dónde ni origen la creación?"