

# *Las propiedades de la materia en los textos de E.G.B.*

**J. López Calafi, A. Salvador Carreño  
y M. de la Guardia Cirugeda**

*Dpto. Química Analítica.  
Universidad de Valencia*

## ***Introducción***

Dentro del área de Ciencias de la Naturaleza, las materias correspondientes a la Química, o relacionadas con ella, que se imparten en el Ciclo Superior de EGB suelen presentar serias dificultades didácticas. Estas dificultades residen en que los escolares deben incorporar un lenguaje desconocido hasta el momento, la formulación y nomenclatura química, a la vez que se les obliga a pensar la naturaleza de las cosas desde una perspectiva molecular y probablemente se ven acuciados debido al enfoque con que a menudo se tratan estos temas.

La transición desde una realidad tangible de la materia a una comprensión científica de la misma supone un nivel de abstracción muy alto, por lo que no es de extrañar que en la elaboración del discurso docente se haya tratado de incorporar los mayores logros de la comunidad científica en

este campo. Sin embargo, cuando se pretende trasladar el paradigma científico (Khun 1971 y 1979) de la química actual a los escolares, frecuentemente se produce una profunda disociación entre la Química de la realidad cotidiana y la Química como disciplina, y por ello, en los niveles iniciales del aprendizaje de la Química se produce una falta de interés del alumno, cuando no un despiste o una asunción memorística de los contenidos. Por todo ello, en nuestra opinión, deberían primarse los aspectos químico-analíticos que permitan acceder a los escolares al conocimiento del medio real, a la identificación de las sustancias que nos rodean (Salvador et al., 1986), frente a un planteamiento puramente químico-físico.

Desde la óptica anterior se aborda, en el presente trabajo, un estudio crítico de los textos de EGB para valorar su adecuación para que el alumno sea capaz de reconocer la naturaleza química de los materiales que le rodean.

## *Diseño experimental*

Se han estudiado 18 libros de texto, 11 de sexto de EGB y 7 de octavo de EGB (Tabla I), determinando el número de sustancias que aparecen citadas en cada texto y las propiedades de las mismas a las que se hace referencia, estableciendo cuales son las sustancias y propiedades que tienen una mayor presencia en los textos.

Se utilizan diferentes parámetros para evaluar la capacidad de los textos para proporcionar al alumno una

información suficiente respecto al reconocimiento de la materia.

Las sustancias de que se habla en los textos de Ciencias Naturales se clasifican según algunas de sus propiedades mas interesantes. Las propiedades se clasifican, a su vez, en base a los diferentes tipos, efectuándose un estudio comparativo entre las utilizadas en los niveles de sexto y octavo.

## *Resultados y discusión*

El vaciado de los 18 libros proporciona un total de 292 sustancias

**TABLA I**  
**TEXTOS DE EGB UTILIZADOS EN EL TRABAJO**

TÍTULO	AUTORES	EDITORIAL	AÑO	CURSO
1 Energía	M. Mir, M.A. Paris	Teide	1982	6
2 Un ensayo de Ciencia Integrada	Ayllon, Ballester y otros	Somosaguas	1979	6
3 Novedad 84	L.C. Esperon	Bruño	1984	6
4 Nosotros y la naturaleza	A. Quijada	Edelvives	1982	6
5 Ciencias	J. Escalona y otros	H.S.R.	1981	6
6 Ciencias de la Naturaleza	R. Brito y E. Crespel	Vicens S.A.	1982	6
7 Naturalia	E. Averduj	Barcanova	1983	6
8 Ciencias de la Naturaleza	Equipo	S.M. Ediciones	1978	6
9 Ciencias de la Naturaleza	A. Peiro Hurtado	Anaya	1978	6
10 Naturaleza	Arranz y Herrero	Miñon	1977	6
11 Ciencias de la Naturaleza	A. Peiro Hurtado	Anaya	1974	6
12 Ciencias de la Naturaleza	R. Casajuana y otros	Vicens Vives	1983	8
13 Ciencias	J.L. Baños	Luis Vives	1982	8
14 Naturaleza	J. Arranz y C. Herrero	Miñon	1977	8
15 Ciencias	J. Adivinación y otros	H.S.R.	1981	8
16 Ciencias de la Naturaleza	A. Peiro Hurtado	Anaya	1981	8
17 Ciencias de la Naturaleza	A.M. Cañas y otros	Anaya	1982	8
18 Materia y Vida	M.Mir y otros	Teide	1983	8

citadas. Curiosamente, 204 sustancias diferentes se citan en los 11 libros de sexto de EGB mientras que en los 7 libros de octavo de EGB analizados tan solo se encontraron 200 sustancias diferentes, lo cual da una idea de la falta de progresividad en el tratamiento de estos temas en los niveles considerados.

Las 292 sustancias se han ordenado alfabéticamente contabilizándose el número de veces que aparecen en los 18 textos, teniendo en cuenta sólo las

citadas que se refieren a propiedades distintas. También se han ordenado estas sustancias según el número de libros en los que aparecen, contabilizando el total de veces que se cita cada sustancia y el número medio de veces que es citada en el total de los libros considerados.

El análisis de estos datos se ha realizado a partir de la aproximación lineal logarítmica propuesta por Bradford (Bradford 1948; Price, 1973) para encontrar el número de sustancias que puede considerarse como núcleo, tanto por lo que se refiere al número de libros en que aparecen como al número de citas totales. En las Tablas II y III se indican las sustancias núcleo en cada caso.

Cuando se emplea el criterio del número de textos en que aparecen, se obtiene un núcleo mas amplio, que estadísticamente resulta mas repre-

**TABLA II**  
**NUCLEO DE SUSTANCIAS CITADAS**  
**COMO EJEMPLOS EN LOS TEXTOS DE**  
**E.G.B. UTILIZADOS**

SUSTANCIA	LIBROS	CITAS	CITAS/ LIBROS
AGUA	18	174	9,7
ALCOHOL	18	67	3,7
AZUCAR	17	47	2,8
AZUFRE	17	57	3,4
COBRE	17	73	4,3
HIERRO	17	95	5,6
MERCURIO	17	49	2,9
OXIGENO	17	89	5,2
AIRE	16	54	3,4
ALUMINIO	16	44	2,8
SAL	16	47	2,9
MADERA	15	55	3,7
ORO	15	41	2,7
PLOMO	15	33	2,2
GAS CARBONICO	15	43	2,9
GASOLINA	14	32	2,3
PETROLEO	14	25	1,8
PLATA	14	38	2,7
HIDROGENO	14	55	3,9
VIDRIO	13	54	4,2

**TABLA III**  
**SUSTANCIAS MAS CITADAS COMO**  
**EJEMPLOS EN LOS TEXTOS DE EGB**  
**UTILIZADOS**

SUSTANCIA	LIBROS	CITAS	CITAS/ LIBROS
AGUA	18	174	9,7
HIERRO	17	95	5,6
OXIGENO	17	89	5,2
COBRE	17	73	4,3
ALCOHOL	18	67	3,7
AZUFRE	17	57	3,4
MADERA	15	55	3,7
HIDROGENO	14	55	3,9
VIDRIO	13	54	4,2

sentativo de las sustancias utilizadas como ejemplo para introducir los principios básicos de la química, si bien puede darse el caso de que en el total de la población considerada, sustancias que forman parte del núcleo, como el petróleo, tan sólo reciban 1,4 citas por libro.

La consideración del número de veces que se cita una sustancia restringe el núcleo a tan sólo 10, con un índice

mínimo de citas por libro de 3.

En consecuencia, cabe atribuir mayor importancia a aquellas sustancias que son citadas en un mayor número de textos, ya que ello aumenta la probabilidad estadística de que cualquier alumno haya conocido sus propiedades, aunque también es posible que una sustancia aparezca en todos los libros pero sólo una vez o por sólo una de sus propiedades.

**TABLA IV**  
**SUSTANCIAS Y PROPIEDADES, CITADAS EN LOS TEXTOS DE E.G.B. UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO**

TEXTO	SUSTANCIAS CITADAS	PROPIEDADES	TOTAL DE PROPIEDADES (1)	ÍNDICE P (2)
1	63	26	134	2,1
2	44	17	78	1,8
3	47	14	72	1,5
4	83	26	125	1,5
5	91	20	141	1,5
6	89	26	154	1,7
7	56	24	119	2,1
8	76	21	152	2,0
9	49	23	82	1,7
10	52	24	81	1,6
11	58	24	128	2,2
12	90	26	192	2,1
13	47	15	68	1,4
14	42	17	76	1,8
15	51	21	78	1,5
16	67	38	249	3,7
17	81	26	159	2,0
18	31	13	53	1,7

(1) Total de propiedades= Suma del número de veces que aparece cada propiedad en sustancias diferentes.  
(2) P= Número total de propiedades / Número sustancias citadas.



En la Tabla IV se indica el número de sustancias que cita cada texto y el número de propiedades que aparecen ligadas a estas sustancias.

Se calcula el número total de veces que aparece cada propiedad en sustancias diferentes y se define un parámetro para evaluar la relación entre las propiedades y las sustancias citadas en cada libro:

$p = \text{numero veces que aparece cada propiedad} / \text{número sustancias}$

Se observa en la Tabla IV que los tres parámetros considerados: número de sustancias citadas, número de propiedades y  $p$ , no conducen a una misma ordenación de los libros estudiados, siendo  $p$  el estimador que podría ser más significativo ya que los textos que tienen un mayor número de propiedades por sustancia, podrían proporcionar más criterios para la caracterización de las sustancias.

Se ha realizado un estudio de las sustancias citadas para determinar si características disyuntivas tales como: materia simple-compuesta, pura-mezcla, sólido-líquido-gas, natural-sintética, se hallan desigualmente ejemplificadas en los textos, de tal manera que esto podría contribuir a sesgar los conocimientos de los alumnos en estos aspectos. Los resultados globales se representan en los histogramas de la Figura 1.

Se observa que tanto en sexto como en octavo, las sustancias citadas presentan mayoritariamente las siguientes características: son compuestas frente a simples, puras frente a mezclas, sólidos frente a líquidos y éstos frente a gases, y sintéticas frente a na-

turales, lo que fácilmente provocará lagunas en la capacidad de los alumnos para reconocer las propiedades de los gases, entre otras cosas.

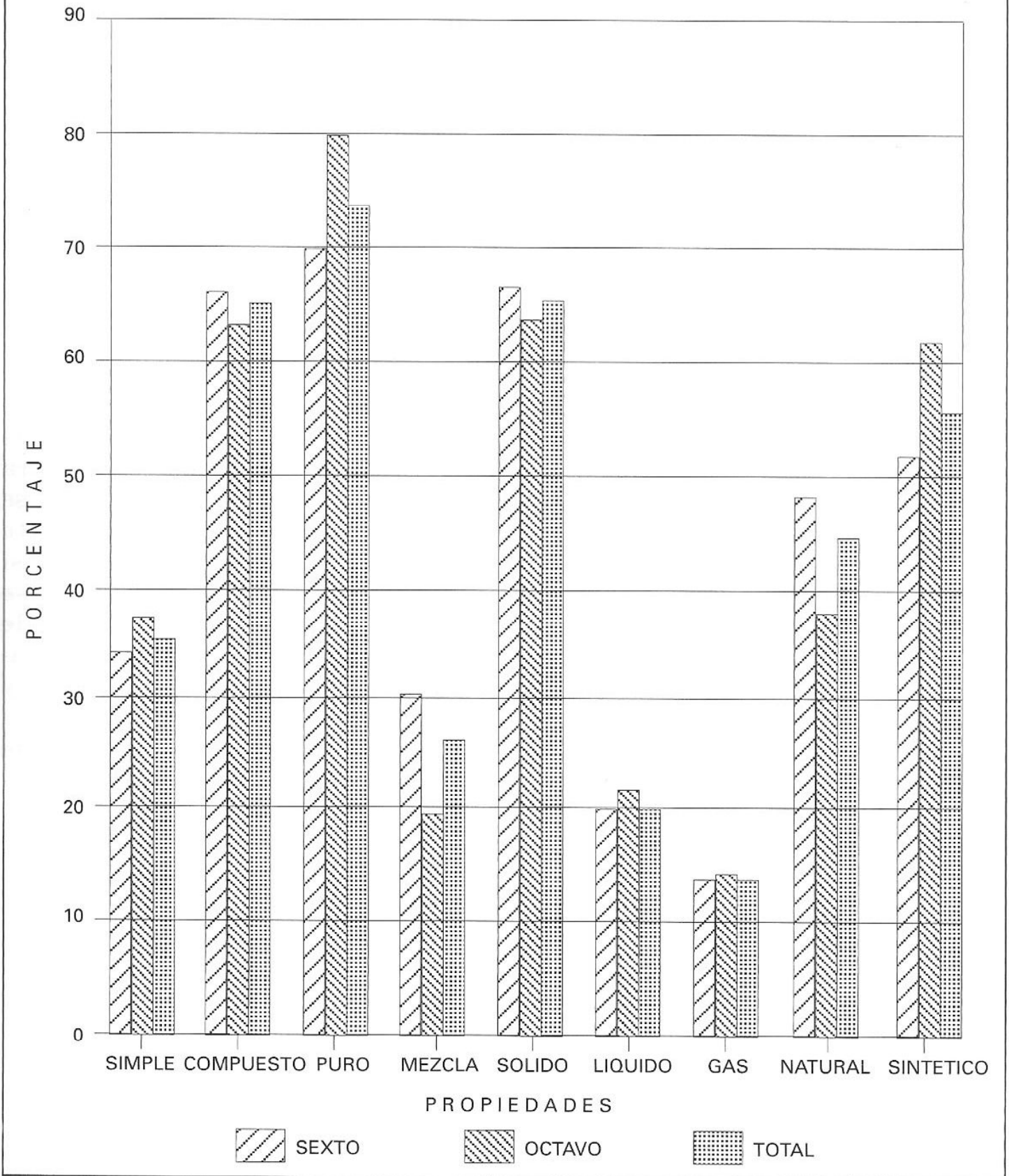
Las propiedades se han clasificado en cuatro grandes grupos: a) directamente observables, b) de uso, c) físicas y d) químicas, y se ha tratado de comprobar si existe desigualdad en los textos en lo que se refiere a la elección de las mismas.

En la Figura 2 se representa el porcentaje de propiedades de cada grupo utilizadas en el conjunto de los textos estudiados. Se observa que las propiedades químicas son las más citadas, seguidas de las físicas y en último lugar las observables y las de uso.

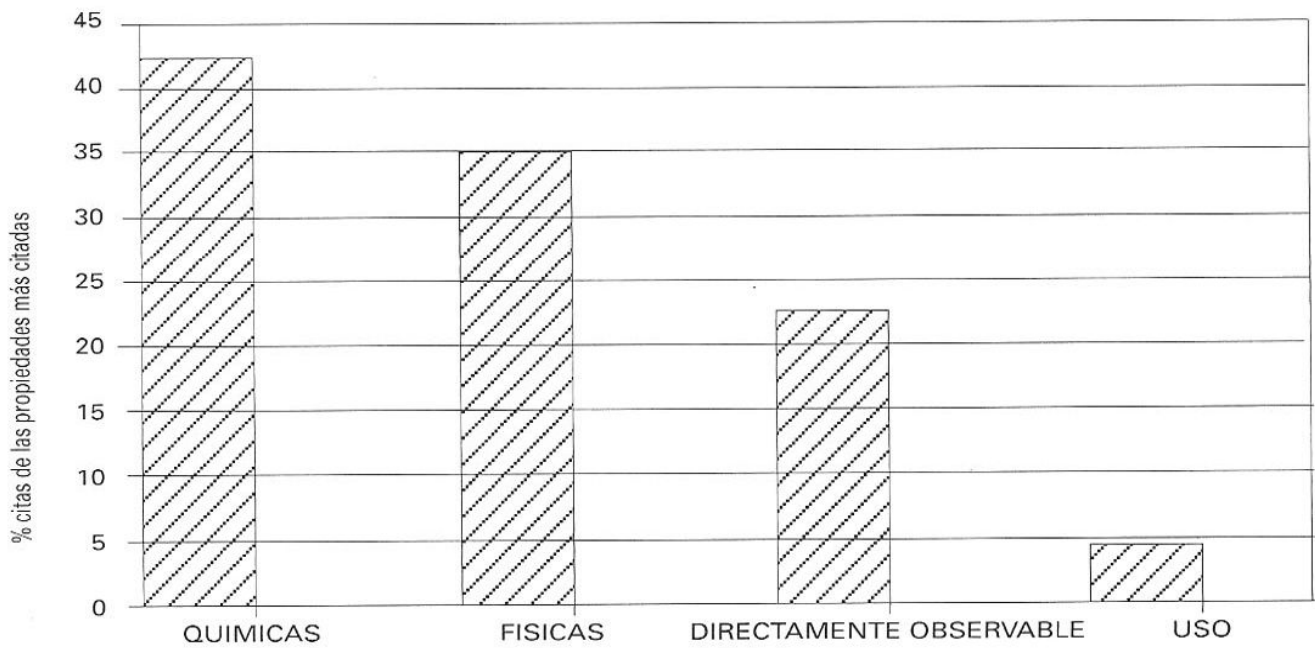
Un estudio concreto de las propiedades más citadas se muestra en los datos de la Tabla V, en donde se indican las citadas en cada texto (ligadas a diferentes sustancias), así como el porcentaje de veces que se citan respecto al número total de sustancias y propiedades consideradas, tanto en sexto, como en octavo y en total de ambos cursos.

En la Figura 3 se observa que mayoritariamente se citan propiedades físicas en sexto y químicas en octavo. Esto parece indicar un enfoque academicista que antepone los conocimientos físicos a los químicos. Ahora bien, lo que sorprende es que en octavo se citen más las cualidades directamente observables, cuando lo lógico sería esperararlo en sexto, dentro de un esquema de incorporación paulatina de los conceptos de la Química al mundo físico de los escolares.

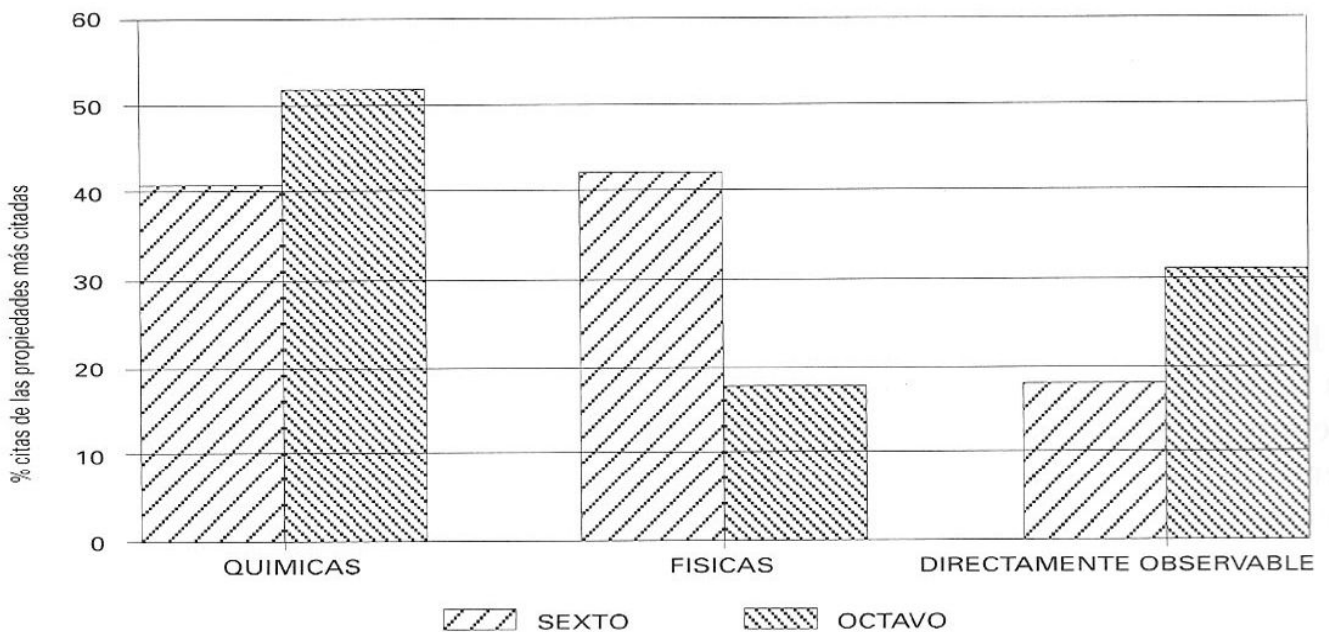
**FIGURA 1**  
**PROPIEDADES EMPLEADAS. PARA CARACTERIZAR LOS COMPUESTOS**



**FIGURA 2**  
**PORCENTAJE DE CITAS DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES REFERENCIADOS**



**FIGURA 3**  
**PESO PORCENTUAL, EN CADA CENSO DE E.G.B. DE LAS DIFERENTES TIPOS DE PROPIEDADES**



**TABLA V**  
**NÚMERO DE CITAS DE CADA PROPIEDAD Y % SOBRE TOTAL. E.G.B.**  
**UTILIZADOS EN ESTE TRABAJO**

PROPIEDADES	6º E.G.B.	%	8º E.G.B.	%	TOTAL	%
COLOR	22	1,7	79	9,1	101	4,7
ESTADO AGR.	123	9,7	119	13,7	242	11,3
CONDUCTIVIDAD	167	13,2	39	4,5	206	9,6
DENSIDAD	99	7,8	35	4,0	134	6,3
PUNTO FUSION-EBULL.	67	5,3	45	5,2	112	5,2
COMBUSTIBLE	81	6,4	43	4,9	124	5,8
COMPONENTE	61	4,8	7	0,8	68	3,2
SIMPLE-COMPUESTO	105	8,3	160	18,4	265	12,4
SOLUBILIDAD	48	3,8	80	9,2	128	6,0
PURA-MEZCLA	22	1,7	41	4,7	63	3,0
OTRAS	471	37,2	221	25,4	692	32,4
<b>TOTAL</b>	<b>1266</b>	<b>100,0</b>	<b>869</b>	<b>100,0</b>	<b>2135</b>	<b>100,0</b>

## **Conclusiones**

De los estudios realizados se deduce que desde una perspectiva metodológica, las sustancias más representativas empleadas en los libros de sexto y de octavo de EGB se obtienen por consideración del número de libros en los que aparecen y no del número de citas que reciben.

En la evaluación de la utilidad de los textos para el aprendizaje del reconocimiento de la materia, no es suficiente el estudio del número de sustancias o de propiedades citadas, siendo mejor estimador, a nuestro parecer,

un parámetro que relacione el número de propiedades por sustancia.

En cuanto a la adecuación de los textos de EGB para transmitir los conceptos básicos para el reconocimiento de las propiedades de la materia, en los textos analizados se comprueba que los autores citan propiedades predominantemente físicas en sexto y químicas en octavo, y predominan más las directamente observables en octavo que en sexto, lo que evidencia la ausencia de progresividad en la transmisión de estos conceptos y su escasa adecuación para incorporar las ideas de la química al mundo real de los escolares.



## ***Bibliografía***

Bradford, S.C., 1948, *Documentation* (Crosby Lockwood, London).

Khun, T.S., 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*. (Fondo de cultura económica. Mexico).

Khun, T.S., 1979. *La función del dogma en la investigación científica*. (Teorema. Valencia).

Price, D.J.S., 1963. *Little Science, Big*

*Science*. (Columbia University Press, New York); traducción en castellano: 1973, *Hacia una Ciencia de la Ciencia*. (Ariel. Madrid).

Salvador, A., De la Guardia, M., Soriano, M. 1986. Elaboración de un juego de ordenador para el estudio de la caracterización de la materia en base a sus propiedades, **Cuadernos de Física y Química**, Vol. 8, pp.54-60.