

LA PELIGROSIDAD DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS, UNA CARACTERÍSTICA OLVIDADA POR LOS TEXTOS DE EDUCACIÓN GENERAL BÁSICA

Miguel de la Guardia Cirugeda

Departamento de Química Analítica, Universitat de València.

Julia López Calafi

M^a Dolores Otaño Martínez

Amparo Salvador Carreño

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universitat de València.

INTRODUCCIÓN

En la enseñanza de las Ciencias, los recursos didácticos han tenido, frecuentemente, un peso tan importante como el de los métodos, por lo que, en ocasiones, la introducción de nuevos recursos ha alterado las concepciones didácticas.

Los enseñantes tienden a absolutizar la importancia de los recursos didácticos, por lo que a la galaxia Gutenberg (libro de texto), le ha sucedido la de la imagen (audiovisuales) y la experimental (centrada en el laboratorio como lugar del redescubrimiento de las ideas y prácticas científicas) (Arroyo, 1983).

Hoy podemos afirmar que la mayoría de los grupos involucrados en la renovación de la didáctica de las Ciencias Experimentales se vuelca hacia la experimentación como la mejor forma de acercar a los estudiantes a la realidad que se pretende estudiar.

Sorprendentemente, el creciente interés por el desarrollo de nuevas prácticas y el diseño de experiencias fáciles y accesibles a los escolares de los distintos niveles, no suele venir acompañado por una preocupación acerca de la potencial peligrosidad de la manipulación de las sustancias químicas empleadas.

No se trata de desalentar a nadie ni de proscribir el empleo de sustancias químicas que puedan ser nocivas, sino de sensibilizar a la comunidad escolar sobre la necesidad de una mayor información sobre estos temas, de la adopción de normas de seguridad en los laboratorios y de propiciar la

adecuada rotulación de los reactivos. Además, si se pretende acercar a los escolares al conocimiento de la realidad química que les rodea, se les debe informar de si un determinado compuesto puede provocar daños y cómo aliviarlos o prevenirlos.

En la comunidad internacional existe una gran preocupación por estos temas (Richardson, 1986) (Bretherick, 1986) (Panreac, 1984). Contrariamente, no parece que preocupen mucho en nuestro país, y en los laboratorios de los centros de Educación General Básica (E.G.B.) y de Bachillerato (B.U.P.), como en los laboratorios universitarios, son escasos, cuando no nulas, las medidas de seguridad.

Con el presente trabajo abordamos el estudio de las referencias a la peligrosidad de las sustancias químicas en libros de texto.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se ha realizado un vaciado de libros de 6^o y 8^o de E.G.B. adaptados a la enseñanza de escolares con edades comprendidas entre 11 y 13 años, debido a que es en estos niveles en donde se concentran los contenidos de la química.

Se han extraído, del total de sustancias citadas, aquellas de las que se hace alguna referencia a su potencial peligrosidad, contrastando las mismas con los criterios del Consejo de Europa.

Se han detectado en los textos escolares aquellas sustancias que son potencialmente peligro-

sas, clasificándolas conforme a las normas anteriores.

Criterios de peligrosidad adoptados

Se ha definido la peligrosidad de las sustancias en base a las normas del Consejo de Europa que clasifica las sustancias peligrosas en 5 clases:

1. Sustancias explosivas: aquellas que pueden explotar al exponerlas a la llama o que sean más sensibles a golpes y fricción que el nitrobeneno.

2. Sustancias oxidantes: entendiéndose por tales las que sufren una reacción altamente exotérmica en contacto con otras.

3. Sustancias inflamables: pueden ser sólidos, líquidos o gases que presenten algún riesgo de fuego. Los sólidos inflamables son aquellos que se encienden tras un breve contacto con una llama y continúan ardiendo al apartarlos. Los líquidos inflamables son aquellos con punto de inflamación inferior a 21°C. Los gases inflamables son aquellos que entran en ignición a presión normal.

4. Sustancias tóxicas y nocivas: su toxicidad puede ser oral, cutánea o por inhalación y se clasifican en muy tóxicas, tóxicas o nocivas según los valores de la dosis letal al 50% (DL50).

5. Sustancias corrosivas e irritantes: son peligrosas por sus efectos sobre la piel y las mucosas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Referencia a la peligrosidad de las sustancias en libros de texto.

De los 18 libros de texto vaciados (Tabla I) en los que se incluyen un total de 2513 referencias a 292 sustancias diferentes, tan solo se advierte de la potencial peligrosidad de 30 sustancias.

En la Tabla II se indica para cada uno de los textos consultados el total de sustancias a que se alude y las advertencias a su peligrosidad, considerándose como peligrosas las que se podrían incluir en alguna de las clases indicadas en las normas del Consejo de Europa. Si de alguna sustancia se citan varias de sus características peligrosas, se contabilizan todas las citas en la columna de advertencias. En la Tabla III se indica la relación de sustancias de cuya peligrosidad se advierte en cada texto.

Las sustancias reseñadas no siempre corresponden a las más peligrosas y sorprende encontrar, junto a notables ausencias, referencias al

carácter peligroso del nitrógeno (gas inerte) en cuanto a componente de sustancias tóxicas y al carácter venenoso del anhídrido carbónico o la advertencia de que el ácido clorhídrico puede formar mezclas explosivas con el amoníaco, o referencias acerca de la corrosividad del ácido fluorhídrico en su ataque al vidrio sin hablar de su acción sobre el organismo.

El mercurio, el monóxido de carbono y el ácido clorhídrico son las únicas sustancias a cuya peligrosidad se alude en más de un texto, si exceptuamos las sustancias radiactivas, que son citadas como tales en los libros en que aparecen. De hecho, de las 6 sustancias radiactivas que aparecen en los textos, sólo el cripton no es citado como tal mientras que las 5 restantes reciben un total de 21 citas de las 56 totales.

Existen, por lo tanto, pocas referencias a la peligrosidad de las sustancias químicas y una total ausencia de criterios de clasificación de las mismas, sin embargo, las sustancias radiactivas que no es probable que los alumnos utilicen, reciben un 50 % del total de advertencias.

Clasificación de las sustancias peligrosas citadas en libros de texto.

De entre las 292 sustancias citadas se han entresacado aquellas que de acuerdo con las normas del Consejo de Europa son potencialmente peligrosas (Kolthoff, 1961), resultando ser 90 que se clasifican en la Tabla IV.

En la Tabla V, se indican las citas acerca del carácter explosivo, oxidante, inflamable, tóxico o irritante respectivamente de estas sustancias en los libros de E.G.B. considerados. Se puede comprobar que son muchas las sustancias tóxicas o corrosivas a las que se alude de alguna forma en libros de texto para escolares de E.G.B., sin advertirles de su peligro. Asimismo se incluyen sustancias explosivas o inflamables sin hacer referencia a los especiales cuidados de manipulación que requieren.

El total de citas a sustancias de potencial peligrosidad, incluidas en los textos, constituye un 40.9% de las sustancias citadas, y tan solo en el 5.5% de los casos se incluyen comentarios en el texto, por lo que, en definitiva, hay que constatar la escasa importancia que se da a este aspecto en el aprendizaje de la química por parte de los escolares.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

De los resultados presentados se deduce la escasa adecuación de los libros de texto para orientar un aprendizaje de la química basado en la experimentación directa de los escolares en un aspecto tan importante como es su seguridad

personal, por lo que cabe recomendar una revisión de los mismos, e incluso la consideración de un capítulo adicional acerca de la peligrosidad de las sustancias químicas y de las recomendaciones para su almacenamiento y manipulación. En este último sentido sería deseable que se adoptara un único criterio para definir exactamente la peligrosidad de cada sustancia.

TABLA I

TÍTULO	AUTORES	EDITORIAL	AÑO	CURSO	
L. 01	Energía	M. Mir; M.A. Paris	Teide	1982	6º
L. 02	Un ensayo de Ciencia Integrada	Ayllon; Ballester y otros	Somosaguas	1979	6º
L. 03	Novedad 84	L. C. Esperón	Bruño	1984	6º
L. 04	Nosotros y la Naturaleza	A. Quijada	Edelvives	1982	6º
L. 05	Ciencias	J. Escalona y otros	H. S. R.	1981	6º
L. 06	Ciencias de la Naturaleza	R. Brito; E. Crespel	Vicens S.A.	1982	6º
L. 07	Naturalia	E. Averbuj	Barcanova	1983	6º
L. 08	Ciencias de la Naturaleza	Equipo	S. M. Edic.	1978	6º
L. 09	Ciencias de la Naturaleza	A. Peiro Hurtado	Anaya	1978	6º
L. 10	Naturaleza	Arranz; Herrero	Miñón	1977	6º
L. 11	Ciencias de la Naturaleza	A. Peiro Hurtado	Anaya	1974	6º
L. 12	Ciencias de la Naturaleza	R. Casajuana y otros	Vicens Vives	1983	8º
L. 13	Ciencias	J. L. Baños	Luis Vives	1982	8º
L. 14	Naturaleza	J. Arranz; C. Herrero	Miñon	1977	8º
L. 15	Ciencias	J. Adivinación y otros	H. S. R.	1982	8º
L. 16	Ciencias de la Naturaleza	A. Peiro Hurtado	Anaya	1981	8º
L. 17	Ciencias de la Naturaleza	A. M. Cañas y otros	Anaya	1982	8º
L. 18	Materia y Vida	M. Mir y otros	Teide	1983	8º

TABLA II: Sustancias citadas por los libros de texto, su peligrosidad, y referencias a la misma.

LIBRO	SUSTANCIAS CITADAS	SUSTANCIAS PELIGROSAS	ADVERTENCIAS SOBRE LA PELIGROSIDAD	% ADVERTENCIA
1	116	36	1	2,8
2	78	33	2	6,1
3	106	33	-	0,0
4	217	57	-	0,0
5	274	107	5	4,7
6	251	94	3	3,2
7	116	34	1	2,9
8	152	66	3	4,5
9	96	30	4	13,3
10	102	48	5	10,4
11	104	41	3	7,3
12	192	96	5	5,2
13	62	15	-	0,0
14	60	20	4	20,0
15	73	25	3	12,0
16	249	160	14	7,5
17	204	106	4	3,8
18	61	26	-	0,0
TOTAL	2.513	1.027	57	

TABLA III: Relación de sustancias de cuya peligrosidad se advierte en los textos de EGB.

LIBRO	ADVERTENCIAS A LA PELIGROSIDAD	PELIGROSIDAD ADVERTIDA
1	1	TNT: EXPLOSIVO
2	2	MERCURIO: CONTAMINANTE DEL AGUA MONOXIDO DE CARBONO: CONTAMINANTE DEL AIRE
3	-	DE
4	-	DE
5	5	NITROGENO: COMPONENTE SUSTANCIAS TOXICAS RADIO; COBALTO; URANIO; POLONIO: RADIATIVOS
6	3	URANIO; COBALTO; RADIO: RADIATIVOS
7	1	URANIO: RADIATIVO
8	3	PLUTONIO; RADIO; URANIO: RADIATIVOS
9	4	ACIDO URICO; UREA: VENENOS MONOXIDO DE CARBONO: GAS TOXICO URANIO: FISION NUCLEAR
10	5	CLORO: TOXICO; URANIO: ENERGIA ATOMICA PLUTONIO; POLONIO; RADIO: RADIATIVOS
11	3	OXIDO DE MERCURIO: TOXICO RADIO; URANIO: RADIATIVOS
12	5	ACIDO CLORHIDRICO; ARSENICO: VENENOS POLONIO; RADIO; URANIO: RADIATIVOS
13	-	
14	4	ACIDO CLORHIDRICO: EXPLOSIVO CON AMONIACO DINAMITA;NITROGLICERHNA: EXPLOSIVOS MERCURIO: VENENOSO
15	3	COBALTO; RADIO: RADIATIVOS URANIO: FISION NUCLEAR
16	14	ACIDO FORMICO; ACIDO SULFHIDRICO; FOSFORO MONOXIDO DE CARBONO; DIOXIDO DE CARBONO; MERCURIO; BROMO: VENENOSO ACIDO NITRICO: OXIDANTE Y CORROSIVO METANOL: COMBUSTIBLE Y VENENOSO ACIDO FLUORHIDRICO: ATACA EL VIDRIO ACIDO SULFURICO: CORROSIVO URANIO: RADIATIVO
17	4	ETENO; METANO: EXPLOSIVOS HIDROXIDO DE BARIO: TOXICO NITRATO DE PLATA: MANCHAS EN LA PIEL
18	-	

TABLA IV: Sustancias que se citan en libros de texto y su peligrosidad según las normas del Consejo de Europa

EXPLOSIVAS	OXIDANTES	INFLAMABLES	TOXICAS O NOCIVAS	CORROSIVAS O IRRITANTES
CLORATO POTASICO DINAMITA HIDROGENO NITRATO AMONICO NITROGLICERINA TNT	ACIDO NITRICO BROMO PERMANGANATO POTAS.	ACETONA ALCOHOL BUTANO DECANO DODECANO ETER ETINO FLUOR GAS CIUDAD GAS NATURAL GASL-OIL GASOLINA HEPTANO METANO NONANO OCTANO PENTANO PETROLEO POREXPAN PROPANO UNDECANO	ACIDO SULFIDRICO ACIDO SULFUROSO ANHIDRIDO FOSFORICO ANHIDRIDO SULFUROSO ANTIMONIO ARSENICO BARIO BENCENO BORO BROMO COBALTO CRIPTON ETENO ETER FOSFORO HIDROXIDO DE BARIO HIERRO INDIO MANGANESO MERCURIO METANOL MONOXIDO DE CARBONO MONOXIDO DE COBRE NITRATO DE PLATA OXIDO DE PLOMO OXIDO DE MERCURIO PLATA PLOMO PLUTONIO POLONIO RADIO SILICIO URANIO UREA VANADIO WOLFRAMIO YODO	ACIDO ACETICO ACIDO CLORHIDRICO ACIDO FLUORHIDRICO ACIDO FORMICO ACIDO SULFIRICO AMONIACO ANHIDRIDO SULFURICO BERILIO BROMO CADMIO * CLORO COBRE * CROMO * CUARZO HIDROXIDO CALCICO HIDROXIDO POTASICO HIDROXIDO SODICO LEJIA METANAL NIQUEL NITRATO DE PLATA PETROLEO YODO * Humos del metal

TABLA V:**a) Referencias al carácter explosivo de las sustancias aparecidas en los libros.**

SUSTANCIA	Nº DE LIBROS EN LOS QUE APARECE	Nº DE VECES QUE APARECE EN TOTAL	Nº REFERENCIAS A SU PELIGROSIDAD
CLORATO POTASICO	3	4	0
DINAMITA	1	1	1
HIDROGENO	14	55	0
NITRATO AMONIACO	1	2	0
NITROGLICERINA	1	1	1
TNT	1	1	1

b) Referencias al carácter oxidante de las sustancias aparecidas en los libros.

SUSTANCIA	Nº DE LIBROS EN LOS QUE APARECE	Nº DE VECES QUE APARECE EN TOTAL	Nº REFERENCIAS A SU PELIGROSIDAD
ACIDO NITRICO	2	7	1
BROMO	4	11	1
PERMANGANATO POT.	6	8	0

c) Referencias al carácter inflamable de las sustancias aparecidas en los libros.

SUSTANCIA	Nº DE LIBROS EN LOS QUE APARECE	Nº DE VECES QUE APARECE EN TOTAL	Nº REFERENCIAS A SU PELIGROSIDAD
ACETONA	4	11	0
ALCOHOL	18	67	0
BUTANO	13	28	0
DECANO	1	1	0
DODECANO	1	1	0
ETER	4	6	0
ETINO	2	9	0
FLUOR	4	9	0
GAS CIUDAD	1	3	0
GAS NATURAL	1	1	0
GAS-OIL	4	7	0
GASOLINA	14	32	0
HEPTANO	1	1	0
METANO	6	13	1
NONANO	1	1	0
OCTANO	1	1	0
PENTANO	1	1	0
PETROLEO	14	25	0
POREXPAN	1	1	0
PROPANO	8	10	0
UNDECANO	1	1	0

TABLA V:

d) Referencias al carácter tóxico o nocivo de las sustancias aparecidas en los textos.

SUSTANCIA	Nº DE LIBROS EN LOS QUE APARECE	Nº DE VECES QUE APARECE EN TOTAL	Nº REFERENCIAS A SU PELIGROSIDAD
ACIDO SULFHIDRICO	2	4	1
ACIDO SULFUROSO	1	2	0
ANHIDRIDO FOSFORICO	1	3	0
ANHIDRIDO SULFUROSO	1	3	0
ANTIMONIO	1	1	0
ARSENICO	2	3	1
BARIO	2	2	0
BENCENO	4	6	0
BORO	3	3	0
BROMO	4	11	1
COBALTO	4	4	3
CRIPTON	2	3	0
ETENO	1	6	1
ETER	4	6	0
FOSFORO	11	21	1
HIDROXIDO DE BARIO	1	2	1
HIERRO	17	95	0
INDIO	1	1	0
MANGANESO	1	1	0
MERCURIO	17	49	3
METANOL	2	8	1
MONOXIDO DE CARBONO	4	8	3
NITRATO DE PLATA	2	2	1
MONOXIDO DE COBRE	1	1	0
OXIDO DE PLOMO	1	3	0
OXIDO DE MERCURIO	5	7	1
PLATA	14	38	0
PLOMO	15	33	0
PLUTONIO	3	5	3
POLONIO	4	5	3
RADIO	9	12	7
SILICIO	5	7	0
URANIO	13	29	10
UREA	2	3	1
VANADIO	1	1	0
WOLFRAMIO	6	11	0
YODO	8	17	0

TABLA V:

e) Referencias al carácter corrosivo o irritante de las sustancias aparecidas en los textos.

SUSTANCIA	Nº DE LIBROS EN LOS QUE APARECE	Nº DE VECES QUE APARECE EN TOTAL	Nº REFERENCIAS A SU PELIGROSIDAD
ACIDO ACETICO	3	7	0
ACIDO CLORHIDRICO	10	20	2
ACIDO FLUORHIDRICO	1	3	1
ACIDO FORMIO	1	3	1
ACIDO SULFURICO	1	3	1
AMONIACO	8	13	0
ANHIDRIDO SULFURICO	1	13	0
BERILIO	1	1	0
BROMO	4	11	1
CADMIO	7	7	0
CLORO	9	45	1
COBRE	17	73	0
CROMO	4	4	0
CUARZO	6	7	0
HIDROXIDO DE CALCIO	3	6	0
HIDROXIDO POTASICO	1	4	0
HIDROXIDO SODICO	3	6	0
LEJIA	1	1	0
METANAL	1	3	0
NIQUEL	6	8	0
NITRATO DE PLATA	2	2	1
PETROLEO	14	25	0
YODO	8	17	0

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyo, R. 1983. El método científico como utopía didáctica. *Apuntes de Educación*, volumen extra, 15-7
- Bretherick, L. 1986. *Hazards in the Chemical Laboratory*. Wiley, New York.
- Gerlach, R. 1986. Toxic Chemicals: Understanding TLV's. *Journal of Chemical Education*, **63**, A100-A105
- Kolthoff, I.M. y Elving, P.J. 1961. *Treatise on Analytical Chemistry*. Ed. Interscience.
- Mackinson, F.W., Stricoff, R.C., Patridge, L.J., Little, A.D. y Nosh/Osha. 1980. *Pocket Guide to Chemical Hazards*. U.S. Department of Health and Human Services. Cincinnati.
- Panreac, 1984. *Seguridad en laboratorios químicos*. Montplet y Esteban. Barcelona.
- Richardson, M. 1986. *Toxic Hazard Assessment of Chemicals*. Wiley. New York.