

# ESTUDIO DE LAS AGUAS DE UN MEDIO NATURAL

Escalas Tramullas, María Teresa

*Departament de Química. Universitat Autònoma de Barcelona.*

Llitjós Viza, Anna Maria

*Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universitat de Barcelona.*

## RESUMEN

Se presenta un estudio de un medio natural que comporta la aplicación de conceptos y técnicas adecuadas para la introducción y aprendizaje de las ciencias.

El trabajo de iniciación a la investigación se realizó, paralelamente, en dos cursos de la especialidad de ciencias de la Escuela de Formación del Profesorado, siguiendo la línea de estudio de materiales comunes.

Los contenidos y las técnicas específicas se utilizan para iniciar a los maestros en el estudio de un sistema así como en la preparación de material didáctico.

## INTRODUCCION

Este trabajo se concibe como un estudio aplicado a un medio natural determinado (Picker, 1985), en el cual el objeto de estudio se modifica y desplaza continuamente, estando sometido a variaciones provocadas tanto por la actividad humana como por la naturaleza.

Del sistema escogido se trata el agua como material central, de la que se determi-

nan las propiedades y composición. Esta elección no es, en modo alguno casual, dado su importante papel en el medio, en la vida cotidiana y, en general, en el planeta.

El estudio propuesto corresponde a un curso de introducción a la química, en cuanto a la metodología utilizada y a los conceptos aplicados. Se emplea una metodología propia de la investigación científica, analizando los procesos que comporta su aplicación a este estudio concreto.

Esta forma de trabajo favorece una actitud positiva frente al estudio de las ciencias experimentales, ya que facilita al alumno la posibilidad de plantearse preguntas y encontrar estrategias para responderlas.

Los contenidos científicos que se consideran en este caso forman parte del programa de la asignatura de química que se imparte en las escuelas de magisterio.

Se logra una buena integración entre la teoría y la experimentación en los siguientes aspectos del programa: sistemas homogéneos y heterogéneos, mezclas y compuestos, clasificación de materiales, propiedades físico-químicas del agua, relación entre el comportamiento y la estructura del agua, estudio de las soluciones, propiedades coligativas, características de los coloides y

suspensiones, propiedades de los líquidos, equilibrios de fases: sólido-líquido y líquido-vapor y equilibrios ácido-base, de precipitación y de oxidación-reducción.

Se intenta, además, la adaptación de la metodología científica utilizada, las técnicas de laboratorio y la aplicación de los resultados obtenidos a la labor docente, para contribuir con ello al enriquecimiento de la programación y del material didáctico disponible en nuestras Escuelas de Formación del Profesorado y en los centros de E.G.B.

## ANTECEDENTES

El interés por el conocimiento del medio constituye un eje de la propia labor profesional (Llitjós, 1980). Desde el año 1979, el estudio de muestras de agua de muy diversas procedencias, ha sido uno de los trabajos teórico-experimentales en el ámbito de la materia de *química y su didáctica*. Estos trabajos se hallan recogidos en una serie de informes realizados por los estudiantes.

A partir de estos trabajos, aumentó el interés por dicho tema y se comprobó la necesidad de aprovechar la experiencia acumulada para preparar y realizar un proyecto de estudio de muestras de agua de una zona como ejemplo de utilización de la metodología científica.

## OBJETIVOS

- Familiarización de los alumnos en el campo de la experimentación en el laboratorio: utilización adecuada del material y de los reactivos, aprendizaje de técnicas sencillas, adquisición de hábitos de trabajos rigurosos.

- Constatación de que la recopilación de

la información bibliográfica, la de campo, y la propia de la experimentación es motivadora, formativa e insustituible.

- Iniciación al hábito de investigación científica.

- Aplicación de algunas técnicas de comunicación de resultados: tablas de datos, gráficos, dossiers, discusiones o charlas, posters, audiovisuales...

- Conocimiento del medio a partir de la información recogida y de los datos obtenidos a partir del propio trabajo.

- Aprendizaje y facilidad en la comprensión de los contenidos de algunos temas del programa del curso.

Estos objetivos generales se van concretando a medida que se discuten con los diferentes grupos de trabajo.

## DESARROLLO Y CARACTERÍSTICAS DEL ESTUDIO

La propuesta y presentación del tema se lleva a cabo en el aula; discutiéndolo y estudiándolo, se van esbozando los aspectos a trabajar. El conjunto es tanto teórico como experimental y durante su desarrollo se utilizan recursos muy diversos, tal como se verá en los apartados siguientes.

Se sigue la marcha de cada grupo en cada una de las actividades, procurando orientar y finalmente valorar el estudio a fin de conseguir el mayor rendimiento posible. Una vez terminado, cada grupo expone en el aula las particularidades de su trabajo, para intercambiar los conocimientos adquiridos y conocer diferentes métodos y estilos de trabajo.

En el estudio del agua, a la parte experimental se le da una gran importancia ya que

es útil para introducir a los alumnos a un trabajo de laboratorio que les obligue a la utilización sistemática de una metodología científica. Para facilitar este aprendizaje se agrupan de dos en dos.

Cada uno de los grupos trabaja con una muestra de agua y elabora su propio guión, compaginando los estudios bibliográficos (Catalán, 1981; Degremont, 1979; Jenkins, 1983, entre otros), el trabajo de campo y el de laboratorio. Se prepara un dossier en el cual se describen y se justifican los apartados del guión. En los últimos años los apartados tratados con más frecuencia han sido:

- El agua en la naturaleza.
- Origen y situación.
- Estado natural y abundancia.
- Estudio de una muestra: recogida, observación, propiedades físicas, propiedades químicas, composición, separación de los componentes, análisis sencillo de algunos de ellos.
- Contaminación.
- Depuración.
- Aplicaciones, utilización, distribución...
- Conclusiones.
- Bibliografía.
- Actividades complementarias: resúmenes de visitas, audiovisuales, posters...

## *RECOGIDA DE INFORMACION*

Es necesario que la bibliografía aporte información sobre cada uno de los puntos del guión, que siendo tan diferentes conducirán a menudo a consultas fuera de las bibliotecas. Por ejemplo, para el estudio del medio en que se encuentran las aguas, se establecen contactos con los ayuntamientos y otros

organismos públicos; también es necesario consultar especialistas en distribución, depuración, análisis, etc.

En cuanto a los libros consultados, la bibliografía que consta en los dossiers presentados hasta la fecha es muy extensa, podemos decir que han resultado útiles desde consultas realizadas en libros de química general hasta otras más especializadas.

## *EL MUESTREO COMO TRABAJO DE CAMPO*

Antes de empezar el trabajo experimental es necesario obtener las muestras de agua. Esta operación es importante, ya que la validez del estudio depende en gran medida de cómo se realiza, atendiéndose a la representatividad, cantidad necesaria y conservación de la misma.

En el trabajo constan datos como: itinerario, mapa, nombre del lugar, origen, localización detallada, descripción del lugar donde se toman las muestras, profundidad, día, hora, pH...

En el campo y al iniciar el trabajo en el laboratorio, se lleva a cabo una primera observación de las muestras: color, olor, materiales en suspensión, presencia de coloides...

## *PARTE EXPERIMENTAL*

El trabajo experimental consta de una serie de actividades que se efectúan posteriormente a una primera recogida de información y el muestreo.

La experimentación tiene que ser útil tanto para conocer el material estudiado como para interpretar y relacionar sus propiedades.

No se pretende «descubrir» nada original, pero a menudo el desarrollo y los resultados constituyen un buen complemento de los conocimientos de partida.

Al realizarla se intenta cubrir las operaciones más básicas (observación y determinación de propiedades, aplicación de técnicas de separación...) con el rigor necesario. Se ha de procurar que cada grupo trabaje con el máximo de orden, limpieza, y también que se cumplan las normas de seguridad imprescindibles.

En el momento de trabajar en el laboratorio los alumnos han de tener claros los objetivos y las hipótesis así como las técnicas que han de utilizar. Estas están descritas y se exponen en clase detalladamente.

Las técnicas experimentales utilizadas se hallan descritas en la bibliografía (Catalán, 1981; Degremont, 1979; Jenkins, 1983; Llitjós, 1980; Rodier, 1989). Dado que se trata de introducir conceptos básicos y técnicas ex-

perimentales sencillas, se ha llevado a cabo una selección y adaptación de los métodos descritos en estudios más rigurosos, lo que permite la realización del trabajo en un laboratorio escolar.

Se intenta que sean autónomos al máximo, siempre que no efectúen operaciones que comporten riesgo. Aquí resulta delicado encontrar el equilibrio entre el respeto y fomento de su iniciativa, y la dirección del trabajo para conseguir una eficacia real en los resultados. Es por esto que consideramos imprescindible la limitación del número de alumnos por profesor y la disponibilidad del material, espacio y tiempo en el laboratorio.

Cada alumno anota en su libreta de laboratorio los objetivos y la descripción de todas las experiencias; también se recogen los resultados obtenidos así como las condiciones de trabajo.

Las determinaciones efectuadas en el laboratorio para cada muestra de agua son: co-

Figura 1

MUESTRA Nº	PUNTO DE MUESTREO		OBSERVACIONES		DIA	
					HORA	
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA SUPERFICIAL	OBSERVACIONES EN EL LUGAR DE RECOGIDA		PROPIEDADES DETERMINADAS EN EL LABORATORIO			
	COLOR	OLOR	DENSIDAD $\rho$ ..... $^{\circ}\text{C}$	DENSIMETRO VALOR CORREGIDO	PUNTO DE EBULLICION	
	TURBIDEZ			m/V VALOR CORREGIDO	PUNTO DE FUSION	
	TEMPERATURA	CONDUCTIVIDAD	SEDIMENTO		CONDUCTIVIDAD	
	PARTICULAS SOLIDAS		RESIDUO SOLIDO TOTAL		otras observaciones:	
	pH		pH			
otras observaciones						
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA A .....METROS DE PROFUNDIDAD	COLOR	OLOR	DENSIDAD $\rho$ ..... $^{\circ}\text{C}$	DENSIMETRO VALOR CORREGIDO	PUNTO DE EBULLICION	
	TURBIDEZ			m/V VALOR CORREGIDO	PUNTO DE FUSION	
	TEMPERATURA	CONDUCTIVIDAD	SEDIMENTO		CONDUCTIVIDAD	
	PARTICULAS SOLIDAS		RESIDUO SOLIDO TOTAL		otras observaciones	
	pH		pH			
	otras observaciones					

TABLA RESUMEN\* - ESTUDIO AGUA DEL DELTA DEL EBRO

muestra nº	día	hora	temperatura °C	densidad g cm <sup>-3</sup>	punto de ebullición 760mmHg, °C	punto de congelación °C	pH	intensidad** mA
1	25	18:00	22	1,01	100,0	0,0	---	120
2	26	11:30	19	0,99	99,9	0,5	7,4	18
3	25	13:00	23	0,99	100,0	0,1	8,1	27
4	24	12:30	22	1,01	99,1	0,3	8,6	27
5	25	13:00	23	----	99,4	0,2	7,5	25
6	25	16:10	18	0,99	100,0	0,0	7,2	44
7	25	16:10	18	----	100,0	0,0	7,2	43
8	25	19:00	20	----	100,9	-1,1	7,6	113
9	26	10:20	20,5	----	101,0	-1,2	7,7	114
10	24	9:00	13	1,08	99,8	0,5	7,1	37
11	26	12:05	19	1,08	99,9	0,3	---	40
12	24	7:00	19	0,99	99,7	1,5	7,9	26
13	24	7:00	20	0,99	100,0	0,0	7,9	23
14	24	7:10	19	1,05	100,3	-1,0	8,1	10
15	24	7:10	18,5	1,11	100,3	-1,1	8,0	10
16	24	12:45	18	0,99	99,9	1,0	8,1	99
17	24	12:45	17,5	0,99	100,5	-1,1	8,1	111
18	24	13:15	20	----	-----	-0,5	7,4	122
19	24	13:15	20,5	----	-----	-0,5	7,8	152
20	24	15:10	20	0,99	100,5	-1,1	8,0	188
21	24	15:10	21	0,99	101,0	-1,1	8,0	188
22	24	13:45	19,5	1,00	99,8	1,0	7,9	224
23	24	13:45	20	0,99	100,0	0,5	8,1	284
24	26	9:30	21	1,02	101,9	-1,4	7,4	281
25	26	12:00	19	1,04	102,5	-1,5	---	282
26	26	12:00	19	----	-----	---	7,5	---
27	23	16:30	20	----	101,0	-1,1	---	286
28	25	16:30	21	----	101,2	-1,5	---	284
29	25	16:15	20	1,00	101,5	-2,0	8,1	182
30	25	16:25	19,5	0,99	100,5	-0,5	8,4	173
31	23	17:00	20	0,99	100,1	0,0	8,2	71
32	23	17:00	19,5	1,02	100,0	0,0	8,3	70
33	24	17:45	19	0,99	100,4	-0,5	8,2	141
34	24	16:30	20	1,15	103,1	-2,5	9,9	131

\* Otras variables analizadas son: color, transparencia, residuo seco soluble, presencia de detergentes, análisis cualitativo de algunos cationes y aniones, etc.

\*\* Como valores proporcionales de la conductividad se dan los de la intensidad de la corriente eléctrica medidos en idénticas condiciones.

lor, olor, turbidez, residuo sólido total, densidad, punto de ebullición, punto de congelación, pH, presencia de detergentes, análisis cualitativo de algunos cationes y aniones...

Los resultados de las determinaciones para cada muestra se anotan en unas hojas cuyo modelo aparece en la figura 1.

Posteriormente a su obtención, se tratan e interpretan los resultados, discutiendo su validez. A partir de la información recogida se elabora un informe.

En la tabla-resumen, que se incluye, se dan una serie de resultados obtenidos por el conjunto de grupos de dos cursos de la asignatura.

Una parte del trabajo a la que se concede gran importancia es al estudio de los procesos de depuración y tratamiento de aguas. Se proyectan y construyen sistemas depuradores a escala de laboratorio. Posteriormente se comprueba su funcionamiento y eficacia.

De todo lo anterior se desprende que no se considera el trabajo experimental como un hecho aislado o completamente aparte, sino como la posibilidad de aplicación de la metodología científica.

## VISITAS

El trabajo se va completando con otras actividades que ayudan a ver y entender aspectos que no se pueden tratar fácilmente en la escuela: incidencia en el medio, procesos a escala industrial, tratamientos mecanizados...

Entre las diferentes posibilidades se proponen dos visitas:

- Visita a una estación de tratamiento de aguas potables o residuales.

- Visita a una fábrica de bebidas carbónicas o a una planta envasadora de aguas minerales naturales.

Es también muy importante su preparación, intentando documentarse adecuadamente. Son de utilidad los dossiers editados por las propias industrias, completados con el estudio bibliográfico habitual.

Es conveniente por parte de la persona que prepara la visita el hacer una previa, con el fin de concertar una explicación adecuada al nivel de los estudiantes, de modo que el técnico aporte información asequible sobre el funcionamiento general.

## CONCLUSIONES

Creemos que el trabajo cubre los objetivos que hemos citado anteriormente, basándonos tanto en la valoración por parte de los alumnos como en la nuestra.

Especialmente, se ha valorado la adquisición de hábitos de trabajo en el laboratorio, que se traduce en un ambiente relajado y adecuado. Esto ha sido posible, más a causa de la motivación sobre el tema que a la utilización de una metodología impuesta.

Tanto para nosotras como para los diferentes grupos ha quedado claro que el tema ofrece muchas más posibilidades, incluso como referencia al programa en curso, que se intentarán incorporar.

En las evaluaciones de los diferentes cursos se pone de manifiesto que la comprensión de los contenidos relacionados con las diferentes partes de este trabajo, es superior a otros tratados fuera de éste, y pensamos que los alumnos han llegado a adquirir los conocimientos con más facilidad.

Posteriormente, en trabajos o estudios que han tenido que plantear los mismos

alumnos se ha observado una mayor riqueza en las aportaciones, tanto en el planteo como en el desarrollo.

Para conocer y mejorar el rendimiento del trabajo se han pasado unos cuestionarios de valoración del estudio efectuado. En ellos se evalúa: la capacidad de obtención de información de diversas fuentes; la utilidad de los aspectos manipulativos; el grado de aprendizaje, el interés y el tiempo dedicado a las técnicas experimentales; la adecuación de la metodología empleada; la comprensión de la posibilidad de generalización de los aspectos metodológicos; el grado de integración de los contenidos tratados a los del programa del curso; la asimilación de dichos contenidos, y también, la aplicación de los conceptos químicos trabajados al conocimiento del medio.

A continuación exponemos un resumen de algunos de los resultados obtenidos:

La mayoría (79 %) de los alumnos opinan que les ha sido muy útil en los aspectos manipulativos y un 20 % suficientemente útil.

El 87 % consideran que el aprendizaje de las técnicas experimentales ha resultado interesante aunque para algunos excesivamente lento (5 %).

Las fuentes de información consultadas (biblioteca, entidades relacionadas...) han sido variadas y la mayoría (91 %) citan dos o más diferentes).

Los aspectos metodológicos se consideran, por lo general, adecuados (75 %), incluso el grado de asimilación ha resultado suficiente, ya que consideran la metodología generalizable a otros trabajos en ciencias o también en campos muy diferentes (85 %).

También se puede concluir a partir de las respuestas que los alumnos son conscientes de haber reflexionado sobre distintos aspectos del programa del curso (72 %) al tiempo que los conocimientos químicos sobre el me-

dio han resultado ampílicos o profundizados (75 %).

En cuanto a los resultados experimentales: se observan diferencias entre las propiedades físico-químicas determinadas, a causa de la diversidad de las muestras de agua del medio. Estos resultados no divergen de los hallados en la bibliografía (Institució catalana d'història natural, 1977). Se puede concluir que utilizando técnicas muy simples se llega a la obtención de resultados coherentes con los de estudios científicos efectuados con muestras similares.

## BIBLIOGRAFIA

- Catalán, J. 1981. Química del agua. Talleres Gráficos Alonso. Madrid.
- Degremont. 1979. Manual Técnico del agua. Artes Gráficas Grijelmo. Bilbao.
- Institució Catalana d'Història Natural. 1977. Els sistemes naturals del delta de l'Ebre. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Jenkins, D.; Snoeyink, V. L.; Ferguson, J. F.; Leckie, J. O. 1983. Química del agua. Manual de laboratorio. Limusa. México.
- Llitjós, A. 1980. L'aigua. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra.
- Picker, L. 1985. *Science Education* 69 (5), 665-671.
- Rodier, J. 1989. Análisis de las aguas. Omega. Barcelona.
- Snoeyink, V. L.; Jenkins, D. 1983. Química del agua. Limusa. México.