

Los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento en Química

M.^a Elvira González Aguado

Resumen: Desde un centro de Formación e Innovación Educativa del Departamento de Educación del Gobierno Vasco se ha realizado durante el curso escolar 2006/07 un curso de formación destinado al profesorado que estuviera impartiendo en Educación Secundaria Obligatoria (ESO), con el fin de facilitar a los profesores experiencias motivadoras que fomenten en el alumnado el interés por la Química y que sean fáciles de realizar con las dotaciones que existen en los centros de secundaria. En este artículo se describe esta actividad formativa y se presentan los resultados obtenidos, así como algunas conclusiones que podemos extraer de los mismos.

Palabras clave: Profesorado de Química, desarrollo profesional, estrategias de formación, práctica del profesor, reflexión.

Abstract: In a Training and Educational Innovation Centre of the Basque Government Department of Education, during the 2006/07 school year a training course addressed to teaching staff in Obligatory Secondary School (O.S.E.) has taken place. The course's purpose was to provide teachers with motivating experiences which could encourage the students in their interest for chemistry and in the same way these experiences tried to be easy to be put into practice with the endowment that secondary schools usually have. This article describes the just quoted training activity and shows the obtained results as well as some conclusions that can be drawn from them.

Keywords: Chemistry teacher, professional development, training strategies, teacher's practice, reflection.

Introducción

Nos encontramos inmersos en una nueva reforma del currículo en la ESO y en la necesidad de una formación del alumnado en competencias tanto de orden general como científicas. Los conocimientos científicos se integran hoy en el saber humanístico que debe formar parte de la cultura básica de todas las personas. Por otra parte, la educación secundaria obligatoria (de 12 a 16 años) ha de facilitar a todas las personas una alfabetización científica que permita desarrollar una comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la práctica científica y una conciencia de sus complejas relaciones con la tecnología y con la sociedad, que le ayude a tomar decisiones personales y a participar crítica y responsablemente en la toma de decisiones en torno a problemas locales y globales. Huyendo del dogmatismo y de la mera transmisión, el alumnado debe, en suma, no sólo aprender ciencia –sus productos–, sino también acerca de la ciencia, viendo a ésta como un producto cultural humano, y hacer ciencia, utilizando los conocimientos científicos y tecnológicos en la vida diaria, con el fin de mejorar el propio conocimiento y las condiciones de vida, así como resolver problemas habituales y realizar pequeñas investigaciones.

La necesidad de formar una ciudadanía "alfabetizada" científicamente nos plantea la necesidad de un cambio en la metodología que se emplea en las clases de ciencias en la enseñanza obligatoria. Nadie duda de que la sola reforma del currículo no sea suficiente para ayudar al alumnado de la ESO a desarrollar unas competencias científicas. Es necesario, también, ofrecer unos ambientes de aprendizaje que propicien la adquisición de unas competencias científicas en la etapa

obligatoria. Sin embargo, es preocupante el desinterés e incluso rechazo que siente una gran parte del alumnado por el aprendizaje de las ciencias. Uno de los motivos de este sentimiento puede encontrarse en la falta de motivación derivada de una metodología mayoritariamente expositiva, inadecuada a la propia naturaleza de la ciencia y a las características del alumnado. Ningún profesor o profesora de ciencias de esta etapa duda de que las actividades prácticas fomentan el interés del alumnado por la materia y de que ese interés es aún mayor cuanto mayor sea la participación del alumnado en esa actividad. Sin embargo las investigaciones en Didáctica de las Ciencias (Nieda, 1994,^[1] Mellado, 2000,^[2] y Gil, 2005,^[3] 2006^[4]) muestran que en la realidad se realizan muy pocas actividades prácticas en el aula en esta etapa por diversas razones, como la heterogeneidad del alumnado, la falta de motivación del mismo, los problemas de convivencia, la disminución del horario lectivo para impartir Ciencias de la Naturaleza en ESO, siendo la formación del profesorado una de las claves principales. La formación del profesorado y los recursos serán condicionantes fundamentales para conseguir un cambio de metodología en las aulas. Ahora bien ¿tiene el profesorado interés por asumir las actividades prácticas en su labor docente? ¿Qué formación puede ser la más adecuada para este profesorado?

Desarrollo del trabajo

En el curso 2006/07, desde el servicio de perfeccionamiento del profesorado del Departamento de Educación del Gobierno Vasco, a través de uno de los centros de formación e innovación educativa, se diseñó y se ofertó un curso titulado "Un paseo por la Química. Aprender experimentando" dirigido al profesorado del área de Ciencias de la Naturaleza que imparte sus clases en la Educación Secundaria Obligatoria. Los objetivos que nos proponíamos eran los siguientes:

1. Dotar a los participantes de herramientas que incentiven en el alumnado el gusto por la Química.
2. Realizar experimentos sencillos de llevar a cabo con la dotación de los laboratorios de los centros, analizar los fenómenos observados y relacionarlos con los contenidos de la asignatura de los diferentes niveles.



M.ª E. González

Asesoría de Ciencias de la CAPV, Berritzegune de Bilbao B01,
Calle Tolosa, 6, 3º, 48002 Bilbao.

C-e: elvirag@berritzeguneak.net

Recibido: 26/02/2007. Aceptado: 22/05/2007.

Es de todos sabido que muchos alumnos y alumnas consideran la Química como una asignatura difícil e inaccesible, y raras veces ven su relación con la vida cotidiana o, en cualquier caso, con ellos mismos. Es, por ello, por lo que intentamos ofrecer unas experiencias que ayuden al profesorado en su tarea con el alumnado para acercarlos y motivarlos hacia el estudio de la Química. El reto como profesores es encontrar métodos creativos para diseñar ambientes de aprendizaje dinámicos que involucren a los estudiantes en el quehacer y pensar como químicos. Esto es lo que nos ha llevado a la estrategia didáctica que denominamos "Aprender Experimentando", en la que se ha pretendido convertir el laboratorio tradicional en un sitio de trabajo científico, centrado en la participación del estudiante.

Se realizaron 50 experiencias. Los profesores participantes en el curso se dividieron en grupos de 2–3 personas, rotando

Tabla 1. Relación de prácticas y conceptos adquiridos.

Nº	Nombre de la práctica	Conceptos revisados
1	Medidas de seguridad	Normas de seguridad
2	Huellas dactilares	Cambios de estado, Sublimación
3	Un hilo resistente	Fuerzas de enlace
4	Harina de maíz	Propiedades sorprendentes de algunos materiales: fluidos tixotrópicos
5	La piña come proteínas	Efecto de las enzimas
6	¿Qué forma tienen los líquidos?	Propiedades de los líquidos
7	¿Cómo arrugar una lata?	Efectos de la diferencia de presión
8	Competición: beber con dos pajitas	Efectos de la diferencia de presión
9	Botella tragahuevos	Cambio de presión
10	Un surtidor	Propiedades de los gases
11	¿A qué temperatura hierve el agua?	Variación de la temperatura de ebullición del agua con la presión atmosférica
12	Hacemos desaparecer el plástico	Reacción de la acetona con poliestireno
13	Uno más uno no es dos	Adición de volúmenes. Fuerzas de cohesión
14	La memoria de los materiales	Propiedades de los plásticos
15	Diferenciando colores	Coloración a la llama de iones metálicos
16	La humedad tiene color	Sales hidratadas y no hidratadas con diferente color.
17	Mensajes secretos: revelando mensajes	Reacción de tinte de yodo con celulosa
18	Mensajes secretos: tinta de limón	Actuación de un indicador sobre ácido cítrico
19	Mensajes secretos: el tiocianato	Reacción de cloruro de hierro(III) y tiocianato amónico
20	Mensajes secretos: visible al calentar	Cambio de color del cloruro de cobalto(II) hidratado y deshidratado

Nº	Nombre de la práctica	Conceptos revisados
21	Los colores del cobre	Reacción de precipitación. Disolución de un precipitado
22	Transformando cobre en plata y oro	Reacción redox. Celda electroquímica
23	Indicadores caseros	Indicadores de pH
24	Experiencias ácido-base	Propiedades de ácidos y bases
25	Del rojo al blanco y del blanco al rojo	Variaciones de color de un indicador al variar el pH
26	Agua en vino	Reacción química
27	La fuente de amoníaco	Obtención de amoníaco gaseoso. Solubilidad en agua y carácter básico de la disolución obtenida
28	La botella azul	Reacción química
29	¿De dónde viene este calor?	Reacción química exotérmica
30	Reacciones endotérmicas	Reacción endotérmica
31	Azúcar en carbón	Reacción exotérmica
32	Extintor casero	Reacción química
33	Botella lanzacohetes	Reacción química
34	Huevos sin cáscara	Reacción química. Procesos de ósmosis
35	El oxígeno se escapa	Reacción redox
36	Simulador de alcoholímetro I	Reacción redox
37	Simulador de alcoholímetro II	Reacción redox
38	Limpiando la plata	Reacción redox
39	Almidón en los alimentos	Reacción del almidón con yodo
40	Reacción reloj	Reacciones que impiden la reacción del almidón con yodo
41	El corazón de mercurio	Reacción redox
42	Pilas originales	Pilas a partir de materiales sencillos
43	Cristales metálicos	Cristales metálicos a partir de disoluciones
44	Un jardín sin semillas	Crecimiento de cristales
45	La magia del fuego	Reacción de combustión por adición de agua
46	Aluminotermia	Reacción redox
47	Serpiente del faraón	Reacción exotérmica
48	Volcanes de laboratorio	Reacción exotérmica
49	Produciendo luz	Reacción quimioluminiscente
50	El billete que no se quema	Reacción de combustión

los grupos de trabajo de práctica en práctica a medida que las iban realizando (Tabla 1). Muchas de las experiencias se han seleccionado por su espectacularidad o por su capacidad para suscitar el asombro, por originar un mayor impacto visual, una familiarización perceptiva con los fenómenos que da lugar a una primera aproximación cualitativa a los mismos y permite una descripción del fenómeno observado y una sencilla interpretación del mismo.^[5] En todas ellas hemos seguido un mismo esquema:

- ✍ ¿Qué queremos hacer?
- ✍ ¿Qué nos hará falta?
- ✍ ¿Qué procedimiento seguiremos?
- ✍ ¿Qué explicación teórica tiene lo ocurrido?
- ✍ Comentarios y sugerencias
- ✍ Observaciones

Sabemos los problemas que se pueden presentar en ESO para realizar prácticas de laboratorio a causa de las limitaciones económicas y de espacio de los centros. Por ello, las experiencias se han diseñado teniendo en cuenta estos factores. En general, todas las experiencias que se realizaron se caracterizan por los siguientes rasgos:

- No son experiencias complejas. Son fáciles de realizar y no se necesita instrumental sofisticado.
- No resultan económicamente costosas. El material empleado es sencillo, generalmente de vidrio y/o plástico, y barato.
- Los reactivos, en la mayoría de los casos, son económicos y los que son más caros se utilizan en cantidades mínimas.
- El material de algunas experiencias (sal, azúcar, lejía, vinagre, bicarbonato, papel de aluminio, limón, vino, leche, huevos, piña, col lombarda, limpiador amoniacal, pilas, etcétera) puede traerlo el alumnado de casa. De esta forma, se despierta el interés del alumnado, incitándole a observar y analizar los fenómenos químicos que le rodean, y ayudándole a comprender la presencia de la Química en nuestras vidas.
- Todas las experiencias pueden realizarse en un periodo de una clase (alrededor de 55 minutos).
- Los guiones que se repartieron entre el profesorado participante en el curso le facilitan la introducción de pequeñas variaciones metodológicas.

El curso comenzó con una exposición sobre el papel de los trabajos prácticos en la enseñanza-aprendizaje de la Química, los objetivos con los que se programan, que a su vez dependen de la concepción que se tiene de cómo se hace ciencia y de cómo se puede aprender ciencia en el ámbito escolar. En concreto, en este caso, se han buscado experiencias atractivas que puedan no sólo ayudar a los estudiantes de ESO a adquirir los contenidos básicos sino también a despertar la curiosidad y el interés por el estudio de las ciencias. En cada sesión se comenzaba con una síntesis de lo realizado en la sesión anterior, y un análisis de los resultados obtenidos, seguida de la explicación teórica del fenómeno estudiado y de su posible implementación en el currículo de la materia. Aquí el grado de participación de los asistentes con sus ideas, sus opiniones, etcétera fue alto.

La convocatoria de esta actividad formativa fijaba un máximo de 20 plazas y se matricularon 16 profesores y profesoras de centros de secundaria. El curso se realizó fuera del horario lectivo del profesorado, de 4,30 a 8 de la tarde. El ambiente de trabajo resultó muy agradable. Al acabar el curso se realizó la encuesta de evaluación oficial de los cursos de perfec-

cionamiento del profesorado del Departamento de Educación del Gobierno Vasco.^[6] Las respuestas están puntuadas de 1 a 5, reflejando el 1 los aspectos más negativos (nada, muy mala/o, muy bajo/a, mínimo) y el 5 los aspectos más positivos (mucho, muy bueno/a, muy alto, máximo).

En primer lugar se preguntaba sobre los objetivos del curso:

OBJETIVOS

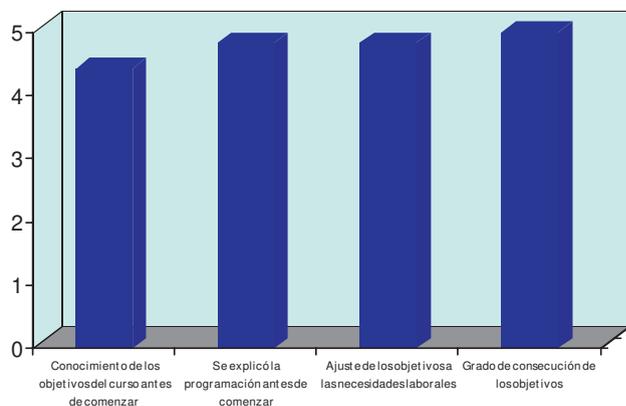


Figura 1. Resultados de la encuesta sobre los objetivos.

conocimientos de los objetivos del curso antes de empezar, explicación del programa antes de comenzar, ajuste de los objetivos a las necesidades laborales, y grado de consecución de los objetivos. Los resultados aparecen en la Figura 1.

Es de destacar, la valoración que hace el profesorado asistente al curso, además del grado de consecución de los objetivos, remarcan que éstos se ajustan a sus necesidades laborales. Es decir, este tipo de curso sí responde plenamente a lo que el profesorado siente que necesita para su quehacer diario en el aula.

El segundo bloque de preguntas se refiere al desarrollo de los contenidos: desarrollo del programa, novedad de los contenidos, respuesta a las necesidades laborales, adecuación al nivel de conocimiento de los asistentes, metodología, exposición complementada con ejercicios y ejemplos, documentación, relación entre las partes teórica y práctica, asesoramiento de la fase práctica, y orientaciones para profundizar. Los resultados se muestran en la Figura 2.

El programa, los contenidos, la metodología empleada, el asesoramiento a lo largo de la práctica y los demás indicadores evaluados han merecido la máxima calificación por los participantes al curso de formación.

El tercer bloque de preguntas hace referencia al profesorado que imparte el curso: conocimiento y dominio de la materia, preparación del curso, claridad de la exposición, la coherencia entre los diversos ponentes, y si fomentan o no la participación de los asistentes al curso. Los resultados se indican en la Figura 3.

Como puede apreciarse en la gráfica, se ha valorado muy especialmente el conocimiento del tema por parte del profesorado que impartió el curso, la preparación y organización y el fomento de la participación de todos los asistentes.

En la Figura 4 se presentan los resultados del cuarto bloque de preguntas sobre los aspectos organizativos, duración, distribución horaria, condiciones de estos cursos, trámites administrativos, información para la inscripción, instalaciones y equipamiento, y conocimiento de las condiciones generales de estos cursos.

CONTENIDOS, METODOLOGÍA Y RECURSOS

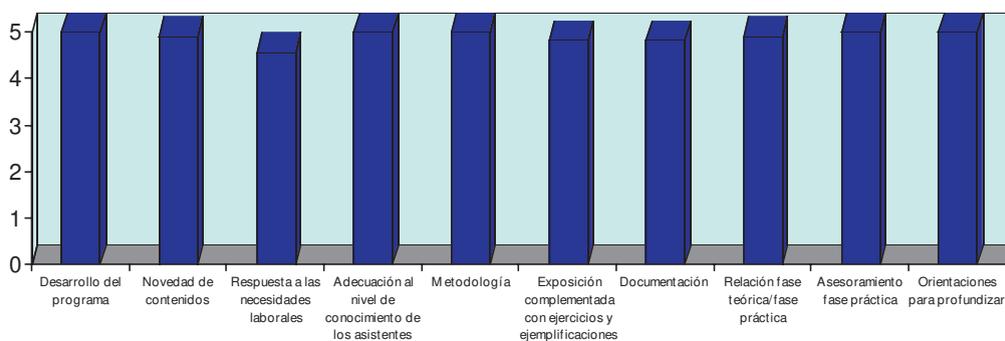
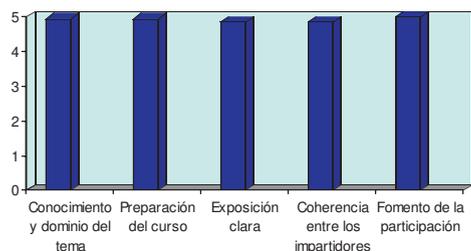


Figura 2. Resultados de la encuesta sobre los contenidos, metodología y recursos.

PROFESORADO



ASPECTOS ORGANIZATIVOS

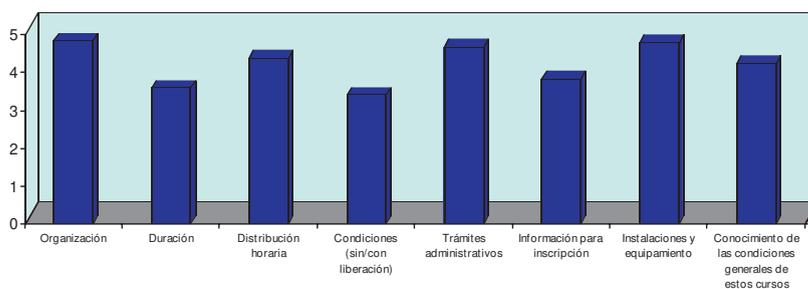


Figura 3. Resultados de la encuesta sobre el profesorado. Figura 4. Resultados de la encuesta sobre los aspectos organizativos.

VALORACIÓN GLOBAL

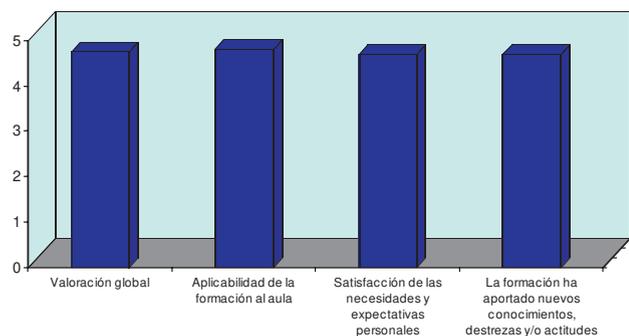


Figura 5. Resultados de la encuesta sobre la valoración global.

En los aspectos organizativos, hay que destacar que en las notas aclaratorias, los profesores asistentes al curso sugerían que el curso debiera haber sido más largo, tener más duración, que merecía la pena haber asistido algunas tardes más. Entre las demandas del profesorado es una constante la petición de que los cursos de formación se hagan con liberación horaria.

El último de los apartados se refiere a la valoración global del curso y se evalúan los apartados siguientes: valoración global, aplicabilidad de la formación el aula, satisfacción de las necesidades y expectativas personales, y si la formación ha aportado nuevos conocimientos, destrezas y/o actitudes (Figura 5).

Desde nuestro punto de vista, merece especial atención destacar la puntuación otorgada al apartado que relaciona la formación recibida con su aplicabilidad al aula/centro.

Por otra parte, además de esta encuesta "oficial" se pasó una hoja de valoración en la que se solicitaba a los asistentes, que escribieran en un par de minutos las cinco prácticas que

más les habían gustado. La clasificación de las cinco experiencias que obtuvieron más votaciones fue la siguiente:

Primer lugar: **La memoria de los materiales**

Segundo lugar: **¿A qué temperatura hierve el agua?**

Tercer lugar (ex aequo): **Un surtidor, La botella azul, Botella lanzacohetes**

Por otro lado, desde el servicio de asesoramiento del centro de innovación educativa pensamos que podía ser muy interesante contar con una herramienta que permitiera la intercomunicación entre el profesorado participante para hacer la experiencia de aprendizaje más enriquecedora. Para lograrlo, gestionamos la apertura de un grupo de trabajo en Internet en el que creamos un espacio para colgar materiales y un foro de discusión,^[7] en el cual se hace posible el intercambio constante de ideas e inquietudes entre el profesorado que participó en el curso y animarle así a integrar estas prácticas en el desarrollo del currículo ordinario de aula. Con esta herramienta, se ofrece un espacio para intercambiar dudas, respuestas, inquietudes y experiencias dentro del laboratorio en los diferentes centros. El espacio sigue abierto y se han ido incorporando a él más profesores y profesoras.

Reflexiones finales

La experiencia fue realizada por un grupo de trabajo formado por profesoras licenciadas en Química con una larga experiencia de labor docente en centros de Secundaria (impartiendo tanto ESO como Bachillerato) y de elaboración de propuestas didácticas con carácter innovador. Los resultados obtenidos nos han animado a repetir la experiencia en el próximo curso escolar 2007/08. El servicio de perfeccionamiento del profesorado del Departamento de Educación del Gobierno Vasco ofertará este curso de formación durante el

primer trimestre en el territorio de Vizcaya y durante el segundo trimestre en el territorio de Álava.

Además, nos ha permitido sacar algunas conclusiones sobre las propuestas de formación del profesorado de ciencias. En primer lugar, es absolutamente necesario conocer las necesidades del profesorado, analizar la adecuación de la oferta formativa a estas necesidades e intentar responder a las mismas. Este trabajo ha pretendido contribuir a buscar un modelo de formación permanente del profesorado que integre los conocimientos científicos, los psicopedagógicos, los didácticos y las prácticas en el aula. Se plantea la formación y el desarrollo profesional del profesorado de ciencias de cara a transformar la práctica educativa, de manera que se potencie una formación permanente, incentivando modalidades de formación, que integren la formación continua y la práctica cotidiana en el aula, mostrando una atención preferente al aspecto experimental de las ciencias y fomentando las posibilidades que nos ofrecen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Bibliografía

- [1] J. Niedo, *Alambique*, **1994**, 2, 15–20.
- [2] V. Mellado, *Alambique*, **2000**, 24, 57–65.
- [3] A. Gil, M. E. González, M. T. Santos, *Alambique*, **2005**, 45, 44–53.
- [4] A. Gil, M. E. González, M. T. Santos, *Alambique*, **2006**, 48, 109–119.
- [5] <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion//fisicayquimica/lentiscal/>. Página web del grupo Lentiscal de Didáctica de la Física y Química. Consultada el 17/5/2007.
- [6] http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-573/eu/contenidos/informacion/die11/eu_2070/adjuntos/garatu_2006_2007/plan_general_formacion/inkesta_2006_2007.doc Página web del Departamento de Educación del Gobierno Vasco. Consultada el 17/5/2007.
- [7] <http://www.elkarrekin.org/> Página web del Departamento de Educación del Gobierno Vasco. Consultada el 17/5/2007.



4th World Congress on Biomimetics, Artificial Muscles and Nano-Bio



Biomimetics, Artificial Muscles & Nano-Bio 2007 Scientists Meet Doctors Torre Pacheco, Spain, Europe, Nov 6–7–8–9, 2007

Congress Chairman:
Toribio Fernández Otero

Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, Spain
Centro de Electroquímica y Materiales Inteligentes
Aulario General II, C/ Carlos III nº59
Phone: +34 968 32 55 19, Fax: +34 968 32 59 31
Email: Prof. Toribio Fernández Otero: toribio.fotero@upct.es

General Chair of the World Congress:
Mr. Mohsen Shahinpoor

Artificial Muscles Research Institute:
www.artificialmuscles.org

Congress Co-Chairs:

Y. Osada (U. of Okaido, Japan)
P. Tozzi (Centre Hospitalier Universitaire Vaudois, Lausanne)
T. Taguchi Research Institute for Cell Engineering (AIST)
(Kansai)