

“Entrevista a un científico”: experiencia de una actividad realizada con alumnos de bachillerato en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo

Carlos Ferreira-Gauchía

Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. carlos.ferreira@ucv.es

[Recibido en diciembre de 2011, aceptado en febrero de 2013]

El presente trabajo describe una experiencia educativa realizada con alumnos de primer curso de Bachillerato en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Dicha actividad es la culminación de un trabajo realizado en clase cuyo objetivo era profundizar en las características del trabajo científico, acercando a los estudiantes a una imagen de la ciencia y los científicos más real y acorde con la epistemología actual, alejada de los estereotipos que tanto abundan y que muestran una imagen distorsionada de la actividad científica. La actividad concreta que aquí se presenta es una entrevista, preparada y realizada por los alumnos, a dos científicos de la Facultad de Física de la Universitat de València.

Palabras clave: Naturaleza de la actividad científica; alfabetización científica y tecnológica; visiones deformadas de la actividad científica; características de la actividad científica; Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

“Interview with a scientist”: an experience with students of bachiller for the subject science for the contemporary world

The present work describes an educational experience of the First Year students of Bachiller for the subject *Science for the Contemporary World*. This activity is the culmination of a wider work performed in class, whose main objective was to go deeper into the characteristics of scientific work, bringing the students closer a more accurate and real vision of it, more in line with the present epistemology and removed from the abundant stereotypes which give a distorted image of scientific activity. The specific activity, here shown, is an interview prepared and carried out by students with two scientists from the Physics Faculty of the University of Valencia.

Keywords: Nature of the scientific activity; scientific and technological literacy; distorted view of the scientific activity; characteristics of scientific activity; *Science for the Contemporary World*.

Introducción

Durante muchos años los alumnos (mal)llamados “de letras” no han tenido en el currículo oficial español ninguna asignatura de carácter científico, sin que se cuestionara la conveniencia o no de incluir en sus estudios este tipo de asignaturas. Sin embargo, los alumnos (mal)llamados “de ciencias”, además de las asignaturas propias de su modalidad, han estudiado otras que podríamos considerar “de letras”, de carácter troncal, y tampoco se cuestionaba la conveniencia de su estudio, ya que se consideraban imprescindibles para contribuir a la adquisición de la cultura general de todo alumno de Bachillerato.

Este hecho llama la atención ya que, todo parece indicar que la ciencia no ha sido considerada como parte de la cultura general, frente a otras disciplinas que han tenido, durante décadas, el estatus de “imprescindibles” para la educación de todas las personas (Pedrinaci, 2006; Pro, 2008; Martín-Díaz et al., 2008).

Todo ello a pesar de la ampliamente reconocida importancia que, en la actualidad, tiene el desarrollo científico y tecnológico en nuestra sociedad, considerándose como un factor esencial de los cambios que tienen lugar en nuestras vidas. Esta creciente influencia del desarrollo científico y tecnológico sobre la vida cotidiana de las personas ha llevado, desde hace algunos años, a numerosos organismos, instituciones e investigadores a insistir sobre la

importancia de priorizar la *alfabetización científica y tecnológica* en la educación (Fourez et al., 1994; National Research Council, 1996; Bybee, 1997; Membiela, 1997; Cross, 1999; de Boer, 2000; Laugksch, 2000; Marco, 2000). Esa *alfabetización científica y tecnológica* se ha convertido, en opinión de los expertos, en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos, también a corto plazo (Gil Pérez et al., 2005).

Un ejemplo de la importancia concedida actualmente a la *alfabetización científica y tecnológica* lo encontramos en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, en la que se declara:

“Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos. (...) Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, (...) a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos” (Declaración de Budapest, 1999).

A los llamamientos realizados por distintas instituciones se suman los realizados por numerosos autores, que ven en la *alfabetización científica y tecnológica* una prioridad en la educación. Así, por ejemplo, el libro “Didáctica de las Ciencias Experimentales” (Perales y Cañal, 2000) dedica un capítulo a la alfabetización científica como enfoque curricular emergente y tarea fundamental de la educación, abordando su significado, los objetivos que se plantea y los proyectos curriculares existentes dentro de este campo (Marco, 2000). En el mismo sentido, Acevedo, Vázquez y Manassero (2003) afirman que “los lemas *alfabetización científica y tecnológica* y *ciencia para todas las personas* están marcando las finalidades de la educación científica durante los últimos años”. También Gil y Vilches (2004) han señalado que “la importancia concedida a una educación científica para todos es tal, que ha llevado a establecer una analogía entre la alfabetización básica iniciada el siglo pasado y el actual movimiento de alfabetización científica y tecnológica (Fourez, 1997)”.

Las revistas educativas han dedicado, así mismo, una atención especial a este tema. Así, en 2002 *Alambique* publicó un monográfico dedicado a la alfabetización científica (Jiménez Aleixandre, 2002), en el que Pujol (2002) justificaba la necesidad de la alfabetización científica del conjunto de la población, con el argumento de que ésta “puede ofrecer, a la futura ciudadanía en formación, un marco de análisis e interpretación de la realidad que le permita actuar para construir un mundo más justo socialmente y más sostenible ecológicamente”.

La insistencia por parte de instituciones y expertos en la importancia que tiene actualmente una educación en *ciencia para todas las personas*, llevó a que, en la última reforma educativa de nuestro país, se incluyeran estudios científicos para todos los alumnos de Bachillerato.

Así, la ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) introdujo en el currículo de Bachillerato, por primera vez en nuestro sistema educativo, una asignatura obligatoria “de ciencias” para todos los alumnos: *Ciencias para el mundo Contemporáneo* (CCMC), común a las tres modalidades del Bachillerato. La aparición de esta asignatura, como señalan Moreno y Pérez en la *Presentación* del libro *Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Aproximaciones didácticas* (2008), “supone un gran avance para la incorporación de la cultura científica a la formación ciudadana y constituye una excelente oportunidad para incorporar de una vez por todas la ciencia a la cultura”, algo que, como ya se ha comentado, han venido reclamando durante años numerosos autores e instituciones.

La incorporación de *Ciencias para el Mundo Contemporáneo* en el currículo de bachillerato fue recibida con entusiasmo por un gran número de autores que ven en esta materia “un paso que debe contribuir a reducir el déficit de conocimiento científico que existe en nuestra sociedad, incluso en sectores considerados tradicionalmente como cultos” Pedrinaci (2006a).

Al mismo tiempo, la aparición de esta nueva asignatura en el currículo suscitó expectativas y dudas entre la comunidad educativa, que se preguntaba por sus objetivos, contenidos y cómo llevarla a la práctica para no caer en *más horas de ciencias haciendo más de lo mismo*.

De este modo, comenzaron a promoverse encuentros, jornadas y seminarios para poner en común algunas de estas cuestiones. Así, por ejemplo, en 2008 la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) y el Instituto Superior de Formación de Profesorado (ISFP) celebraron en El Escorial unas jornadas dedicadas a ser el punto de encuentro y reflexión para quienes directa o indirectamente estuvieran implicados en la enseñanza e implantación de esta materia. Por su parte, el mismo año, la Universidad de Almería celebró los XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, en los que se dedicaron algunos seminarios a la asignatura de *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*.

También revistas como *Alambique*, se sumaron a esta iniciativa publicando un monográfico sobre esta asignatura (AA.VV., 2006) en el que se recogían, entre todos los artículos, dos trabajos sobre la implantación de unas materias de características muy similares a *Ciencias para el Mundo Contemporáneo* en Gran Bretaña y Francia (Pro, 2008).

Algunos de los interrogantes que se daban en mayor medida y a los que en los citados encuentros y artículos se trataba de dar respuesta, giraban en torno a las finalidades de la asignatura. Sin embargo, pronto se llegó a un consenso. La mayoría de los autores coincidió en que la principal finalidad de esta materia es, como señala Pedrinaci (2006b) “proporcionar a todos los estudiantes una cultura científica que les permita integrarse en una sociedad cada vez más científica y tecnológica”.

De este modo, los que enseñamos ciencias en secundaria e impartimos esta asignatura, que forma ya parte de la cultura de todas las personas, debemos superar el debate que en sus orígenes se suscitó sobre sus posibles finalidades propedéuticas (Martín-Díaz, 2008). Nos encontramos ante una asignatura dirigida a todos los estudiantes, al margen de sus estudios posteriores. Se propone, por tanto, una asignatura que contribuya, entre otras cosas, a que los estudiantes comprendan la naturaleza de la ciencia, las aportaciones científicas y tecnológicas al desarrollo social y el papel que debe tener la ciudadanía en la valoración de las cuestiones que les afectan (Pedrinaci, 2006b).

Por ello, no debemos caer en los errores, bien estudiados y documentados, en los que ha ido incurriendo la enseñanza de la ciencia. En efecto, numerosas investigaciones han mostrado que la enseñanza habitual ha transmitido y transmite visiones de la ciencia y de los científicos que se alejan notoriamente de la forma como se construyen y evolucionan los conocimientos científicos (McComas, 1998; Fernández, 2000). Ello, como señalan Gil et al. (1999), está relacionado con el hecho de que la enseñanza científica se ha reducido básicamente a la presentación de conocimientos ya elaborados, sin dar ocasión a los estudiantes de asomarse a las actividades características de la actividad científica.

De este modo, los estudiantes suelen poseer una imagen distorsionada de la ciencia y de los científicos; imagen que coincide con la que tiene la sociedad, en general, y que es socialmente aceptada (Fernández et al., 2002). Así, se ve la ciencia como un campo reservado a “genios” solitarios (en masculino), que investigan en sus laboratorios, aislados del resto de la sociedad, utilizando un método “infalible” (el famoso “Método Científico”)... Esta imagen de la ciencia,

ha sido señalada por diversos autores como una de las causas del rechazo, cada vez mayor, de los alumnos hacia los estudios científicos.

Por tanto, nos encontramos frente al reto de llevar la ciencia a todos los estudiantes para su formación como futuros ciudadanos responsables y preparados para la toma de decisiones, intentando, a su vez, no caer en la transmisión de una imagen deformada de la ciencia que, como hemos señalado, generan el desinterés y el rechazo.

La asignatura de *Ciencias para el Mundo Contemporáneo* es, pues, una ocasión privilegiada para acercar la ciencia a los alumnos, desmitificarla y salir al paso de aquellas actitudes negativas hacia la ciencia. Al mismo tiempo, como se señala en el currículo de la asignatura “los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada «sociedad del conocimiento», tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables”.

Objetivo del trabajo y actividades previas

El objetivo general del trabajo que aquí presentamos ha sido contribuir a la modificación de la imagen que los alumnos poseen sobre la ciencia y los científicos. Para ello, se realizaron en clase 5 actividades que ya fueron utilizadas por Fernández (2000) y que se han mostrado eficaces para sacar a la luz dichas visiones deformadas, con objeto de favorecer una posterior reflexión.

Estas actividades se pusieron en práctica durante el primer trimestre del curso 2011-2012 con 25 alumnos de 1º de Bachillerato en la asignatura de *Ciencias para el Mundo Contemporáneo*. El desarrollo de las actividades se llevó a cabo en el aula durante un período de 6 sesiones de cincuenta y cinco minutos entre los meses de septiembre y octubre de 2011, en el horario habitual de la asignatura.

La primera actividad que se planteó a los alumnos para su realización de modo individual fue la siguiente:

A1 Haced un dibujo de una situación que muestre lo que es realizar una investigación científica.

Esta primera actividad, utilizada tal y como indica Fernández (2000) por diversos autores bajo la denominación “Draw-a-Scientist-Test”, nos permitió poner de manifiesto la existencia de algunas imágenes estereotipadas de la ciencia y del trabajo científico en los estudiantes. Esta afirmación se basa en el hecho constatado de la existencia de cierta correspondencia entre lo que muestran los dibujos y las concepciones de quienes los elaboran.

Los resultados obtenidos coinciden en gran parte con los presentados por Fernández (2000). Así, encontramos que en los dibujos elaborados por los estudiantes se ponen de manifiesto la mayoría de las visiones simplistas de la ciencia y del trabajo científico más comunes.

De este modo, se aprecia una abrumadora mayoría de científicos “masculinos” (visión “velada” y elitista), de hecho solo dos alumnas dibujan científicas, solitario (visión individualista), y rodeado de material comúnmente utilizado en laboratorios, como probetas, tubos de ensayo,... (visión empirista y atórica). También debemos destacar la ausencia de libros (visión empirista y atórica), ya que solo un dibujo los contiene, y de ordenadores (tan solo dos dibujos). Para trabajar el resto de las actividades, dividimos el grupo-clase en 6 equipos, de tal forma que los estudiantes pudieran trabajar en equipo cada una de ellas y enriquecer, de esta manera, las distintas contribuciones individuales, que se fecundan así mutuamente (Ausubel, 1968; Gil-Pérez, 1983; Linn, 1987; Millar y Driver, 1987; Solomon, 1987; Gil-Pérez et al., 1991; Fernández et al., 2005).

Una vez discutidas en equipo cada una de las actividades, se procedía a una puesta en común en la pizarra, de tal forma que se pudieran completar las contestaciones dadas por cada grupo con las del resto de los mismos y las aportaciones realizadas por el profesor.

Se muestran a continuación las actividades realizadas, remitiendo al documento original (Fernández, 2000) para una mayor profundización en su descripción:

A2 Menciona aquellos comportamientos, actitudes, etc., que, en tu opinión, caracterizan a los buenos científicos.

Las respuestas de los alumnos configuran la imagen de un científico “de ficción” dotado con las siguientes características: inteligente, responsable, ordenado, listo, observador, etc. En la puesta en común, se escribieron en la pizarra todas las características mencionadas por los equipos y se abrió un debate sobre si todas estas características son esenciales en un científico. Al mismo tiempo, pudimos dialogar sobre cualidades esenciales de los científicos que no han sido mencionadas por ningún equipo: saber trabajar en equipo, saber plantear hipótesis, buscar relaciones, coherencia, unidad y globalidad, saber simplificar y acotar problemas, etc.

A3 Elabora un diagrama, lo más completo posible, que represente lo que se concibe como una investigación científica.

Generalmente, los diagramas elaborados por los alumnos olvidan aspectos esenciales del trabajo científico. La coincidencia entre los diagramas elaborados por los 6 equipos nos lleva a pensar que en cursos anteriores han estudiado el conocido “método científico” como una “simple receta”. Así, el planteamiento del problema, la emisión de hipótesis, la realización de experiencias y la obtención de resultados son los 4 pasos que todos los equipos han señalado.

De este modo, destacamos que todos los equipos han mostrado en sus diagramas el trabajo científico como una secuencia lineal, sin bucles ni replanteamientos, es decir, como una secuencia de etapas perfectamente definidas.

Esta actividad resultó realmente fructífera, ya que el posterior debate sirvió para dialogar acerca de algunos aspectos imprescindibles del trabajo científico en la actualidad. Así, se trataron temas como la necesaria comunicación de resultados (en publicaciones, congresos, simposios, etc.), la diferencia entre la publicación y la patente, el trabajo en equipo entre miembros de universidades de diferentes partes del mundo, la necesaria formación de investigadores, etc.

A4 Indica las condiciones necesarias, que según tu opinión deben darse, para que una teoría científica sea abandonada.

Con esta actividad se pretendía contrastar en qué medida los alumnos tienen una visión correcta de las condiciones que determinan los cambios teóricos (Fernández, 2000).

En esta actividad los 6 grupos han dado, de un modo u otro, la misma respuesta: una teoría científica se abandona cuando “no funciona”, es decir, cuando no se cumple nunca al intentar demostrarla experimentalmente. No tienen en cuenta, por tanto, que además de la existencia de reiteradas dificultades experimentales de difícil superación por parte de diversos equipos de investigación, es necesario disponer de otra nueva teoría nueva que no tenga las dificultades de la anterior (Fernández, 2000).

Esta cuestión nos ha servido, además, para revisar algunas teorías que, a lo largo de la historia, estuvieron vigentes durante años. Un ejemplo comentado en clase fue la teoría geocéntrica y las dificultades sociales que no permitían su abandono a favor de la teoría heliocéntrica.

A5 Indica cuáles son, en tu opinión, las diferencias más importantes entre el Trabajo Científico y la forma de pensar y actuar en la vida cotidiana.

La diferencia fundamental, que esperábamos encontrar en sus respuestas, y que los 6 equipos contestaron, fue la de la experimentación como característica fundamental del trabajo científico frente al sentido común y la no experimentación de la forma de pensar y actuar en la vida cotidiana.

Esta actividad sirvió para comentar otras características esenciales del trabajo científico como, por ejemplo, la búsqueda de unidad y coherencia entre conocimientos inicialmente separados, utilizando ejemplos como el electromagnetismo o la síntesis newtoniana.

La puesta en común de cada actividad nos ha permitido establecer un diálogo con los estudiantes en el que han aparecido cuestiones como ¿por qué siempre vemos a los científicos como hombres solitarios, con bata y gafas, generalmente rodeado de tubos de ensayo y otros utensilios típicos de laboratorio? ¿no hay científicas? ¿no se trabaja en equipo? ¿todo el trabajo que se realiza es en laboratorios?... Las cinco actividades presentadas sirvieron para generar debates en torno a la ciencia, los científicos y su trabajo. Así, por ejemplo, cuando se habló sobre la importancia de la comunicación de los resultados de las investigaciones (Actividad A3), surgieron preguntas sobre cómo y dónde se realizan dichas comunicaciones. Esto nos permitió debatir sobre temas como las patentes, la propiedad intelectual, las revistas especializadas, los congresos, etc.

De este modo, hemos podido sacar a la luz las visiones deformadas de la actividad científica que poseen los alumnos y poder reflexionar en clase sobre la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico. Los resultados obtenidos con estas actividades, como hemos señalado, fueron fructíferos y no diferían de los obtenidos por Fernández (2000).

La última actividad que se realizó fue proponer una investigación que los alumnos debían realizar en pequeños grupos:

A6 Realizad una investigación científica para saber qué piensa la gente sobre los científicos y su trabajo. Se presentará una memoria por grupo y se preparará una presentación para exponer a la clase la investigación realizada.

El objetivo principal de esta actividad es que los alumnos asumieran el papel de investigadores. Los alumnos debían enfrentarse a la tarea de plantear hipótesis, realizar diseños para su contrastación, analizar los resultados obtenidos, etc. Una vez concluida la investigación, cada grupo debía comunicar al resto de la clase los resultados obtenidos. Para ello, redactaron un informe científico y prepararon una exposición oral que presentaron a sus compañeros. Esta actividad la realizaron en varias fases. En primer lugar, se dedicaron dos sesiones de 55 minutos en el aula en las que preparaban, con ayuda del profesor, la investigación que querían realizar. En segundo lugar, tuvieron dos semanas de tiempo para realizar la investigación fuera del aula y preparar el informe y la presentación. Por último, se dedicaron tres sesiones de 55 minutos para que cada grupo expusiera su investigación al resto de la clase.

Este bloque de actividades, que ha supuesto 11 sesiones de trabajo en el aula en total y dos semanas fuera de ella, ha finalizado con la actividad “**Entrevista a un científico**”, propósito de este artículo y que se expone en el siguiente apartado.

La actividad final: “entrevista a un científico”

Con las actividades descritas anteriormente, tal y como ya se ha mencionado, pretendíamos acercar a los estudiantes a una imagen de la ciencia y los científicos más real y acorde con la

epistemología actual, alejada de los estereotipos que tanto abundan y que muestran una imagen distorsionada del trabajo científico.

El programa de actividades llevado a cabo finaliza con una actividad que hemos llamado “*Entrevista a un científico*”. El objetivo de esta actividad es que los alumnos puedan conocer en persona, y en su lugar de trabajo, a un científico o a una científica y puedan plantearle las preguntas que deseen acerca de su trabajo y relacionadas con lo trabajado previamente en el aula.

Es una actividad que debe prepararse cuidadosamente y debe ser supervisada por el profesor, evitando que las preguntas sean al azar y sin reflexión. Por esta razón, la entrevista ha sido preparada previamente en clase, tal y como se explica a continuación.

En primer lugar, se les presentó a los alumnos una vez finalizadas todas las anteriores. Se les explicó que íbamos a realizar una visita a la Facultad de Física de la Universidad de Valencia y que tendríamos la oportunidad de conocer y entrevistar a una científica. Se les concienció de la seriedad de esta actividad, ya que nos iba a recibir en su lugar de trabajo e iba a dedicar parte de su tiempo a atendernos, por lo que debíamos prepararla minuciosamente en clase.

Fase 1: Preparación de las preguntas en pequeños grupos

Una vez presentada la actividad a los alumnos, se les pidió que, de nuevo en equipos, redactasen preguntas para la elaboración de la entrevista. Se les orientó para que planteasen en primer lugar cuestiones generales, para “romper el hielo”, y en segundo lugar otras relacionadas con lo trabajado en clase. Se les orientó para que revisaran las cuestiones aparecidas en los debates que habían surgido tras la realización de las actividades anteriores. Esta fase de la actividad tuvo una duración de una sesión de 55 minutos.

Fase 2: Revisión y redacción definitiva de la entrevista

Una vez todos los equipos de trabajo han redactado las preguntas que desean formular en la entrevista, llega la hora de ponerlas en común en el grupo-clase. Para ello, previamente, el profesor ha recogido todas las aportaciones y las ha unificado en un solo documento. Como en este caso disponíamos de recursos audiovisuales en el aula (ordenador, proyector y pantalla), se proyectó el documento en la pantalla y, de este modo, todo el grupo podía participar con sus aportaciones a la revisión y redacción definitiva de las preguntas.

A continuación reproducimos las preguntas propuestas por los alumnos tal y como quedaron tras el trabajo de revisión:

1. ¿Por qué se decantó por la física?
2. ¿Cuál es su campo de investigación? ¿Cuáles son las investigaciones más importantes que ha realizado?
3. ¿Le ha costado mucho llegar al puesto que ocupa actualmente?
4. ¿De qué realizó su tesis doctoral? ¿En qué se basó para ello?
5. ¿Es importante saber idiomas en su trabajo?
6. ¿Trabaja dando clase, en el laboratorio, o en ambos? (si dice que sí en el laboratorio...):
 - ¿Qué realiza en el laboratorio?
 - ¿Qué le gusta más investigar o enseñar? ¿Qué le parece más importante?

7. ¿Quién le paga? ¿Cree que los científicos están bien pagados? ¿Se puede hacer uno rico siendo científico?
8. ¿Cree que la ciencia tiene un límite moral?
9. ¿Cree que existe una discriminación entre los hombres y las mujeres en el ámbito científico? ¿Hay diferencias entre España y otros países? ¿Usted se ha sentido discriminada por esta causa?
10. ¿Cuántas alumnas había en su clase cuando empezó a estudiar Física?
11. ¿Cree que la política y la religión influyen en la ciencia?
12. Si pudiese investigar algo sin ningún límite monetario, ¿qué investigaría?
13. En estos momentos. ¿qué está haciendo usted en su trabajo? ¿está investigando algo?
14. ¿Trabaja sola?
15. ¿Para ser científico hay que tener una capacidad intelectual superior?
16. Lo que ha investigado o investiga, ¿es lo que ha querido o le ha venido “impuesto”? Es decir, ¿cómo se inicia una línea de investigación?
17. ¿Cómo se financia una investigación y quién lo hace?
18. Para usted, ¿quién fue el científico/a más importante? Por otra parte, los futbolistas siempre tienen un referente al cual siempre han querido parecerse, ¿tiene usted un referente, un ejemplo a seguir?
19. ¿Por qué razones se investiga? ¿Por necesidad, por dinero, por demanda...?
20. En un ranking europeo y en uno mundial, ¿en qué lugar, más o menos, se situaría la producción científica española? ¿Cree que se hace investigación de calidad? ¿Qué factores influyen en la calidad?
21. En el colegio siempre nos enseñan que una investigación tiene unas fases que son: aparición de un problema, observación, plantear hipótesis, experimentación, resultados y establecimiento de una teoría o ley. ¿Nos podría dar una visión un poco más completa?
22. Respecto a las publicaciones científicas en su campo de investigación, ¿existen niveles diferentes de publicaciones? Es decir, ¿hay revistas más prestigiosas que otras y qué diferencia hay entre publicar en unas u otras? ¿Cómo se diferencian unas de otras? ¿Ha publicado en revistas prestigiosas?

Señalar que, muchas de las cuestiones que forman parte de la entrevista habían surgido ya en los pequeños debates que se producían al poner en común las actividades anteriormente presentadas. Este es el caso de las preguntas 20, 21 y 22, referida a las publicaciones científicas o la pregunta 7, que plantea la procedencia del sueldo de los científicos. Estas 4 preguntas en concreto ya fueron debatidas en la actividad A3, en la que se les pedía la elaboración de un diagrama representativo de una investigación científica. Otras preguntas las seleccionaron de entre las que habían diseñado en los grupos para la realización de la investigación (actividad A6), como por ejemplo la referida a la posible influencia de la política y la religión sobre la ciencia (pregunta 11) o la que plantea si la ciencia debe tener límite moral (pregunta 8)

Cabe destacar que el papel del profesor en esta fase se ha limitado a orientar a los alumnos en la redacción formal de las preguntas y a ayudarles a unificar preguntas con planteamientos similares.

Fase 3: Realización de la entrevista

En un primer momento la entrevista estaba pactada con una profesora del Departamento de Óptica de la Universidad de Valencia. Sin embargo, nos propuso contar con un profesor más en la actividad, de modo que la entrevista se realizó a la profesora Amparo Pons-Martí, Catedrática de Universidad, y al profesor Genaro Saavedra, Titular de Universidad, ambos del Departamento de Óptica de La Facultad de Física de la Universidad de Valencia. La elección de una profesora no es casualidad: se pretendía comenzar “rompiendo” con la idea de científico (en masculino)...

Para la realización de la entrevista, a los alumnos se les facilitó una copia con todas las preguntas que habían preparado. Este documento contenía las preguntas y, al lado de cada una, el nombre del alumno que la iba a formular. De este modo se garantiza la participación de casi todos los estudiantes y, a su vez, conseguíamos que la entrevista fuera fluida, sin pausas, puesto que cuando finaliza una respuesta, se sabe qué alumno debe formular la siguiente. El documento tenía, entre pregunta y pregunta, espacio en blanco en el que los alumnos podían tomar notas de las respuestas.

Por otra parte, a los profesores que iban a participar en la entrevista se les facilitó unos días antes por correo electrónico, una copia con las preguntas que los alumnos iban a formular.

La entrevista superó la hora y media de duración y, una vez concluida, los profesores Pons-Martí y Saavedra se ofrecieron a contestar a alguna duda o pregunta que quisieran realizar los alumnos. De este modo, en un ambiente distendido, se plantearon algunas preguntas más “fuera de lo que se había preparado”.

Evaluación de la actividad

Para evaluar las actividades llevadas a cabo se ha optado por preguntar directamente a los estudiantes. Así, se han confeccionado dos cuestionarios de evaluación en el que los alumnos debían puntuar y opinar sobre las tres partes del trabajo realizado. El primer cuestionario (Anexo I) servía para evaluar, en primer lugar, la secuencia de actividades trabajada en el aula y, en segundo lugar, la actividad de investigación realizada en grupos. Por último, les hemos pedido opinión sobre la entrevista realizada a los científicos (Anexo II).

Respecto a la secuencia de actividades, les hemos preguntado si les ha parecido adecuada, si creen que han aprendido nuevos aspectos sobre la ciencia y si piensan que han aprendido nuevos aspectos sobre los científicos. Por último, se les daba opción a hacer una valoración personal para que manifestaran, por ejemplo, qué cambiarían, o para que realizaran sugerencias. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Valoración (de 0 a 10) de la secuencia de actividades llevada a cabo en clase.

CUESTIÓN	Puntuación Media (n = 25)
a. La secuencia de actividades ha sido adecuada	7,6
b. He aprendido nuevos aspectos sobre la ciencia	6,6
c. He aprendido nuevos aspectos sobre los científicos	6,4

Como puede apreciarse, los alumnos “aprueban”, en general, la secuencia de actividades realizada en clase.

Respecto al trabajo de investigación realizado por equipos, hemos preguntado si les ha parecido interesante, si les ha servido para conocer más sobre el trabajo científico y si les ha servido para conocer más sobre la imagen de la ciencia. Del mismo modo, también les hemos dejado la opción de añadir sus propios comentarios. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Los resultados obtenidos en la valoración que hacen los alumnos del trabajo de investigación llevado a cabo en pequeños grupos, muestran que los alumnos consideran, en general, que el trabajo realizado ha sido interesante y les ha servido para conocer más sobre la imagen de la ciencia y los científicos.

Tabla 2. Valoración (de 0 a 10) del trabajo de investigación.

CUESTIÓN	Puntuación Media (n = 25)
a. Ha sido interesante	7,5
b. Ha servido para conocer más sobre el trabajo científico	5,7
c. Ha servido para conocer más sobre la imagen de la ciencia y los científicos	7,6

Por último, se les ha preguntado por la actividad final: la **entrevista a los científicos**. Los alumnos han evaluado dos aspectos pudiendo, también en este apartado, dar su opinión personal sobre la actividad. A continuación, en la Tabla 3, se muestra las puntuaciones obtenidas.

Tabla 3. Valoración (de 0 a 10) de la actividad “Entrevista a un científico”.

CUESTIÓN	Puntuación Media (n = 25)
a. Ha servido para conocer más sobre el trabajo científico	8,4
b. Ha servido para conocer más sobre los científicos	7,9

Como puede apreciarse, los alumnos han valorado, en general, muy positivamente la actividad “Entrevista a un científico”. Es más, las puntuaciones otorgadas señalan que los alumnos piensan que han aprendido nuevos aspectos sobre la ciencia y los científicos.

Mostramos a continuación, a modo de ejemplo, algunas opiniones dadas por los alumnos respecto a esta actividad:

“La entrevista a los dos científicos me pareció bastante instructiva. Me abrió al mundo real la investigación científica y me la humanizó, ya que no era el científico “x” investigando sin más”

“Me ha servido para saber que con esfuerzo y dedicación puedes ser un buen científico sin ser un «cerebrito»”

“Me ha parecido algo interesante para conocer más a fondo lo que se hace, como por ejemplo, que implica investigar y dar clase”.

“Ha sido interesante y divertida porque ha servido para conocer el trabajo de los científicos desde su punto de vista. Además, al estar en la Facultad de Física, se veían continuamente científicos y quedaba claro que eran personas normales, aunque algunas excepciones tenga pinta de gente rara...”

Conclusión

El trabajo que aquí se ha presentado, perseguía un objetivo fundamental: que los alumnos reflexionasen sobre la actividad científica y sobre las visiones deformadas que de ésta tiene la sociedad.

Si la conclusión a este trabajo debe valorar si se ha conseguido el objetivo perseguido, debemos hacerlo desde dos perspectivas:

Por una parte, si atendemos a la opinión de los propios alumnos, la actividad “*Entrevista a un científico*” ha servido para conocer más sobre el trabajo científico y sobre los científicos. Pero, por otra, si vamos más allá de su opinión y analizamos las preguntas que han planteado, encontramos aspectos esenciales de la naturaleza de la ciencia y de su relación con la sociedad así como de la imagen de los científicos. Las respuestas que los científicos dieron a las preguntas planteadas, obviamente, ayudaron a aclarar sus dudas, sin embargo, para el objetivo del trabajo era más interesante que los alumnos supieran plantear preguntas sobre la actividad científica. Así, cuestiones como “¿Trabaja sola?”, “¿Para ser científico hay que tener una capacidad intelectual superior?”, “¿Por qué razones se investiga: por necesidad, por dinero, por demanda...?” o “¿Cómo se financia una investigación y quién lo hace?” muestran que el trabajo realizado en clase sobre la imagen pública de la ciencia ha conseguido despertar el interés por cuestiones acerca de la actividad científica que, en la enseñanza habitual de las ciencias no suelen aparecer.

Referencias bibliográficas

- Acevedo Díaz, J. A., Vázquez Alonso, A., Manassero Mas, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2 N° 2*.
- Ausubel, D. P. (1968). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas. Existe una nueva versión en la que han colaborado Novak y Hanesian: Ausubel, D. P. Novak, J. D. y Hanesian, H. (1978). *Educational psychology a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bernal, J. M., Fernández-Mayoralas, J., García Hourcade, J. L., Gil Pérez, D., Pedrinaci, E., Pérez Sánchez, A. A., Vilches, A., Zamora, J. (2008). *Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Aproximaciones didácticas*. FECYT.
- Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. En Gräber, W. y Bolte, C. (Eds). *Scientific Literacy*, 37-68. Kiel: IPN.
- Cross, R.T. (1999). The public understanding of science: implications for education. *International Journal of science education*, 21, 699-702.
- De Boer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Declaración de Budapest (1999). Marco general de acción de la declaración de Budapest, <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>.
- Fernández, I. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: Una propuesta de transformación*. Tesis Doctoral. Departament de Didàctica de les Ciències Experimentals. Universidad de Valencia.
- Fernández, I., Gil- Pérez, D., Valdés, P., Vilches, A. (2005). ¿Qué visiones de la ciencia y la actividad científica tenemos y transmitimos? En: Gil- Pérez, D., Macedo, B., Martínez

- Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: OREALC/ UNESCO.
- Fourez, G. M., Englebert-Lecomte, V., Grootaers, D., Mathy, P., Tilman, F. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique*. Bruselas, de Boeck Université. Traducción castellana, 1997, *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Ed. Colihue.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Colihue.
- Gil-Pérez, D. (1983). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 26-33.
- Gil, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió C., Gallego, R., Gené, A., González, E., Guisasaola, J., Martínez Torregrosa, J., Pessoa De Carvalho A., Salinas, J., Tricárico, H., Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C., Martínez Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE Universitat de Barcelona, Horsori.
- Gil-Pérez, D., Vilches, A. (2004). Contribución de la ciencia a la cultura ciudadana. *Cultura y Educación*, 16 (3), 259-272.
- Gil-Pérez, D., Vilches, A. (2005). Contribution of Science and technological Education to Citizens' Culture. *Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology Education*, 5, (2), 85-95.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2002). Presentación de las monografías: ciencia y cultura, cultura y evolución. *Alambique*. 32, 5-8.
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 84, 1, 71-94.
- Linn, M. C. (1987). Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), 191-216.
- Marco, B. (2000). La alfabetización científica, en Perales, F. y Cañal, P. (Eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 141-164. Alcoi: Marfil.
- Martín-Díaz, M.J., Nieda, J., Pérez, A. (2008). Las ciencias para el mundo contemporáneo, asignatura común del bachillerato. *Alambique*, 56, 80-86.
- McComas, W.F., Ed. (1998). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Netherland: Kluwer Academic Publishers.
- Membiola, P. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique*, 13. 37-44.
- Millar, R., Driver, R. (1987). Beyond processes. *Studies in Science Education*, 14, 33-62.
- National Research Council (1996), *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Pedrinaci, E. (2006a). Presentación de la monografía: Ciencias para el mundo contemporáneo. *Alambique*. 49, 5-8.
- Pedrinaci, E. (2006b). Ciencias para el mundo contemporáneo: ¿Una materia para la participación ciudadana?. *Alambique*. 49, 9-19.

- Perales, F.J., Cañal, P. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.
- Pro, A (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo: una posibilidad de modificar la enseñanza de las Ciencias. *Alambique*, 56, 87-98.
- Pujol, R. M^a. (2002). Educación científica para la ciudadanía en formación, *Alambique*, 32, pp. 9-16.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.

Anexo 1

Cuestionario de valoración de las actividades realizadas acerca de la imagen de la ciencia y los científicos

Nombre: _____

El siguiente cuestionario se plantea para valorar el trabajo realizado hasta el momento y que ha concluido con la actividad "Entrevista a un científico". Tu valoración y aportaciones son importantes, por ello debes ser sincero en tus respuestas. Esta evaluación no tendrá repercusión en la calificación de la asignatura.

1. Respecto a la secuencia de actividades realizadas en clase y que tratan de estudiar las características de la ciencia y los científicos: (Puntúa de 0 a 10 según tu grado de acuerdo)
 - a. Crees que la secuencia de actividades ha sido adecuada _____
 - b. He aprendido nuevos aspectos sobre la ciencia _____
 - c. He aprendido nuevos aspectos sobre los científicos _____
 - d. Otros (opinión libre, sugerencias...)
2. ¿Qué actividad te ha llamado más la atención? ¿Por qué?
3. Respecto al trabajo de investigación realizado en grupos: (Puntúa de 0 a 10 según tu grado de acuerdo)
 - a. Ha sido interesante _____
 - b. Ha servido para conocer más sobre el trabajo científico _____
 - c. Ha servido para conocer más sobre la imagen de la ciencia y los científicos _
 - d. Otros (opinión libre, sugerencias...)

Anexo 2

Cuestionario de valoración de la actividad "entrevista a un científico"

1. Respecto a la actividad "Entrevista a un científico": (Puntúa de 0 a 10 según tu grado de acuerdo)
 - a. Ha servido para conocer más sobre el trabajo científico _____
 - b. Ha servido para conocer más sobre los científicos _____
2. Da tu opinión sobre la actividad (qué te ha parecido, ha sido interesante, qué cambiarías...)