

«Como el sudario que tejía Penélope, la Ciencia está siempre en proceso de hacerse y deshacerse. Su trama de teorías y técnicas nos permite a la vez interpretar el mundo para poder manejarlo y actuar sobre el mundo para poder comprenderlo».

## PRÓLOGO

Este libro es el resultado del trabajo de un grupo de profesores del University College de Chester, Reino Unido, del IREM des Pays de la Loire, Francia, y del CEP de la Orotava, junto con la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, de España, todos ellos participantes en el proyecto europeo Sócrates (Comenius 3.1) «Enseñanzas Interdisciplinares europeas de Historia de la Ciencia en Secundaria». Su objetivo principal, así como el de este libro, ha sido contribuir a la introducción de la Historia de la Ciencia en la enseñanza secundaria y, consecuentemente, a la necesaria formación de profesores en este campo, que debido a su naturaleza interdisciplinar, trasciende la típica enseñanza especializada impartida en los estudios universitarios. Esta circunstancia y la escasez de materiales apropiados motivaron que el proyecto se centrara en una selección de módulos para la formación de profesores en Historia de la Ciencia. Pero antes de comentar las actividades y módulos del proyecto, justifiquemos la necesidad de introducir dicha disciplina en la enseñanza secundaria.

## ¿Por qué Historia de la Ciencia en secundaria?

Resulta paradójico que la Historia de la Ciencia esté casi ausente en la enseñanza secundaria, siendo la Historia y las Ciencias disciplinas muy arraigadas en los currículos que ha de cursar todo ciudadano europeo durante su formación básica. De una parte, los profesores de Ciencias centran su actividad en lograr que los estudiantes adquieran conocimientos que les permitan continuar estudios superiores o, al menos, tener una idea básica de los hechos científicos y del funcionamiento tecnológico. Por su parte, los profesores de Historia tampoco incluyen Historia de la Ciencia en sus programaciones, más allá de sus implicaciones sociales cuando éstas han sido muy relevantes. De modo que el profesor de Ciencias se dedica a lo suyo: enseñar ciencia, dejando la Historia para el profesor de Historia, quien a su vez deja de lado la Ciencia, por ser profesor de Humanidades. Esta situación de la enseñanza secundaria no es más que el reflejo de una tradición muy arraigada: la separación de las dos culturas, la humanística y la científica, tan enraizada socialmente que llegamos a decir “soy de ciencias”, o “soy de letras”, como si de una característica genética se tratase.

Desgraciadamente, dicha visión esquivoide contribuye a que la Ciencia siga sin formar parte de lo que socialmente se entiende como Cultura. Es absurdo que en la Historia general que los estudiantes cursan apenas tenga espacio la Historia de la Ciencia y que, por ejemplo, el siglo XIX resulte importante en los libros de texto por tal o cual acontecimiento político o militar, y no por ser el periodo en el que se construyeron ciencias como la electrodinámica o el electromagnetismo, o en el que se desarrolló la teoría de la evolución, es decir, por hechos cuyo impacto en el desarrollo de nuestra civilización no es posible ignorar y sin los que resulta imposible entenderla.

La Historia de la Ciencia ayuda a los estudiantes a comprender mejor los conceptos y modelos científicos. Les permite asistir a su génesis y desarrollo, y por tanto, apreciar el edificio científico, no como algo acabado, ni como un conjunto de verdades definitivas, sino como una bella e interminable construcción humana en la que es posible participar. Una enseñanza que no sólo presente los logros científicos como hallazgos luminosos de mentes privilegiadas, sino que también cuente la historia de los tropiezos, de las largas noches de oscuridad y tanteos erróneos, del entorno social

que motivó su cristalización, permite reducir la distancia entre los estudiantes y las ciencias como objeto de estudio. Al conocer su historia las ciencias se humanizan, se llenan de rostros que ayudan a los estudiantes a comprender mejor sus propias dificultades.

Este carácter humanizador de la Historia de la Ciencia es consecuencia de su propia naturaleza interdisciplinar, lo cual resulta a la vez un estímulo y una dificultad para los profesores de secundaria, pues han de caminar por terrenos fronterizos a sus especialidades, a través de épocas donde las disciplinas no estaban tan divorciadas ni delimitadas, donde las ideas filosóficas o teológicas pesaban sobre la manera de entender y explicar la naturaleza. Y no siempre es fácil, ya que la formación universitaria es bastante específica, lo que implica el uso de lenguajes, ideas y concepciones muy parciales. Pero la Historia resulta enriquecedora para profesores y alumnos, ya que establece puentes naturales entre las distintas disciplinas que se imparten en secundaria.

Son muchas las razones para defender la inclusión de la Historia de la Ciencia en secundaria, y a lo largo de los textos de este libro pueden encontrarse aun más, matizadas en el contexto concreto de cada tema tratado. Veamos algunas de tipo general, recogidas en la declaración del Proyecto, que reproducimos a continuación.

### **UN ANTÍDOTO CONTRA EL DOGMATISMO:**

#### ***Una exposición razonada en favor de la Historia de la Ciencia***

*Durante demasiado tiempo la Historia de la Ciencia ha sido un área olvidada del currículo de la educación secundaria y universitaria, situación desafortunada teniendo en cuenta el potencial de esta disciplina para alcanzar diversos e importantes objetivos educativos, algunos de los cuales vamos a detallar.*

#### *Una dimensión europea para la cultura*

*El estudio de la Historia de la Ciencia muestra cómo las ideas y los descubrimientos traspasan las fronteras geográficas y culturales integrándose en las tradiciones nacionales. Por dar algunos ejemplos, Galileo, Descartes, Darwin, son figuras esenciales de la Historia de la Ciencia en cualquier país de la Comunidad Europea donde se estudie dicha materia. En consecuencia, la Historia de la Ciencia es un vehículo provechoso para aportar una dimensión europea al currículo.*

## ***Forjar una cultura común***

*En muchos sitios el aumento de especialización en las disciplinas fundamentales ha llevado a una fragmentación nociva del conocimiento; en especial, dentro de las ciencias de la naturaleza, áreas enteras de estudio se han aislado a sí mismas del contexto cultural común. En contra de esta tendencia se puede usar la Historia de la Ciencia como una contramedida eficaz capaz de ayudar a recolocar la ciencia dentro de un entramado cultural común. Los estudiantes de Humanidades también ganarían mucho mediante la apreciación de la ciencia como producto cultural y a la vez como fuerza influyente en los cambios históricos.*

## ***Atraer estudiantes hacia la ciencia***

*En ciertas áreas la matriculación en los cursos de ciencias está disminuyendo. La mera posibilidad de que se perciba el sistema de conocimiento más fiable de que disponemos como carente de atractivo debe constituir una seria preocupación para los educadores. Proporcionar a la ciencia una dimensión histórica y humana acrecienta la probabilidad de que se la considere más atractiva, y por tanto, sea más accesible a un mayor número de estudiantes.*

## ***Un instrumento para la enseñanza de las ciencias***

*Debe usarse la Historia de la Ciencia para dar una visión realista del funcionamiento de los métodos científicos. A menudo se ha criticado la enseñanza tradicional de la ciencia por presentar una visión aséptica, tanto de la historia de la ciencia como de los métodos científicos. Al mostrar cómo se resolvieron problemas reales en contextos sociales reales la Historia de la Ciencia puede contribuir a un aprendizaje eficaz sobre los aspectos internos y externos de las ciencias.*

## ***Valores epistémicos***

*La Historia de la Ciencia, elaborada de forma apropiada, ha de emplearse para superar las visiones dogmáticas y triunfalistas del cambio científico. Enseña que la ciencia es un conjunto dinámico de ideas desarrollándose a través del tiempo. Revela cómo la ciencia es a la vez un proceso intelectual y social en el que se debaten y negocian las necesidades del conocimiento. La historia de la ciencia, quizá más que cualquier otra disciplina, nos provee de un antídoto contra el dogmatismo y nos da una lección de humildad.*

Parece haber bastante consenso, entre las autoridades políticas y académicas, y entre los propios científicos, en cuanto a la necesidad y bondad de que la Historia de la Ciencia forme parte de la cultura básica de cualquier ciudadano y, por tanto, sobre la necesidad de su inclusión en la enseñanza básica y secundaria. Sin embargo no existe el mismo consenso sobre cómo articular esa enseñanza.

### **¿Cuál debería ser el espacio curricular de la Historia de la Ciencia en la enseñanza secundaria?**

Existen, básicamente y de manera resumida, tres tipos de respuesta. Por un lado se hallan los partidarios de que sean los profesores quienes hayan de incluirla en sus programaciones particulares de ciencias, de historia o de filosofía, según sea el caso; por otro, quienes piensan que es necesario crear una nueva asignatura de Historia de la Ciencia en el currículo, y por último, quienes creen que bastaría con realizar algunas experiencias interdisciplinarias extracurriculares.

Veamos algunos de los argumentos que aparecen en la discusión sobre las distintas opciones, teniendo presente que los estudiantes, dependiendo de su edad, deberían conseguir una valoración de los factores intelectuales, técnicos, sociales y personales de los grandes episodios del desarrollo de la ciencia, como por ejemplo, la desmitologización de la visión del mundo, el giro cosmológico copernicano, el nacimiento de las ciencias modernas y su desarrollo experimental en los siglos XVII y XVIII, la teoría de la evolución de Darwin y sus implicaciones sociales, las ideas básicas de astrofísica y de las ciencias de la Tierra que sustentan nuestra visión del cosmos, el descubrimiento de Pasteur de las bases microbiológicas de la infección, las teorías de la relatividad y mecánica cuántica, o el descubrimiento del DNA y de las bases genéticas de la vida.

La primera respuesta es, quizás, la más extendida. Tiene la ventaja de que no necesita ampliar el sistema de asignaturas, sino retocarlo para dar cabida a una nueva metodología que incluya cierta atención a la génesis y desarrollo de la historia de cada tema científico a enseñar. Además, tiene la ventaja de que sería el profesor de Ciencias Naturales quien contase la historia de las ideas de Darwin o el nacimiento del DNA, el de Física quien cuente la

revolución científica y, en general, cada especialista contaría la historia de su disciplina. Esta misma ventaja tiene algunos inconvenientes, pues al ser la Historia de la Ciencia tan interdisciplinar, difícilmente un sólo profesor, desde una misma óptica, podría abarcar la deseable perspectiva poliédrica. Por otra parte, es probable que sea difícil reducir los extensos programas de cada materia para dar cabida a este nuevo enfoque. En cualquier caso, esta posibilidad supondría una notable mejora de la situación actual, y para su realización sería necesaria la formación adicional de los profesores en la Historia de la Ciencia de su propia disciplina.

La segunda respuesta es la que se ha promovido en Canarias (España) y Grecia, si bien con distintos enfoques. Puesto que los artículos de los profesores Miguel Hernández y Ioannis Christianidis explican la implantación de nuevas asignaturas de Historia de la Ciencia en el currículo de secundaria, tan sólo mencionaremos aquí la novedad que supone, ya que son los únicos casos europeos en que la Historia de la Ciencia forma parte del currículo oficial como asignatura. De hecho, el Proyecto Penélope nació debido a la necesidad de formación del profesorado de Canarias en esta nueva asignatura.

La tercera posibilidad ofrece la ventaja de que al participar varios profesores de distintos departamentos, los alumnos perciben con mayor claridad las relaciones entre la formación de las ideas científicas o tecnológicas y su contexto social e histórico. No hay duda de que la Historia de la Ciencia ofrece un campo natural donde se observan con claridad fuertes relaciones entre las humanidades y las ciencias. Sin embargo su carácter extracurricular requiere un esfuerzo suplementario, por lo que rara vez se repiten, lo cual reduce su influencia a unos pocos profesores y alumnos. En cualquier caso, este tipo de experiencias son muy estimulantes para profesores y alumnos, y muy valiosas como actividades complementarias para cualquiera de las dos opciones anteriores. El trabajo de la profesora Mercedes Coderch sobre las posibilidades que puede ofrecer una excursión histórico-científica para estimular el interés de los alumnos por la Historia de la Ciencia es un claro ejemplo de las posibilidades de este tipo de experiencias.

Nosotros no tenemos una respuesta definitiva a la pregunta sobre el papel curricular que debería tener la Historia de la Ciencia, si bien creemos que cualquiera de ellas mejoraría la situación

actual y aseguraría que los estudiantes comprendieran los cimientos sobre los que se ha edificado el mundo moderno. En los últimos años se aprecia una mayor demanda social de este tipo de conocimiento. Ejemplo de ello es la buena acogida que reciben los documentales de televisión sobre temas de Historia de la Ciencia o, también, en la gran aceptación de los buenos libros de divulgación científica. Hoy los editores son conscientes de esta demanda y en las librerías van apareciendo más títulos de divulgación seria. En julio de 2000, la British Society for the History of Science organizó en Londres un congreso internacional con el título «Science Communication, Education and History of Science» con la activa participación de los profesores del proyecto John Cartwright, Cynthia Burek y Miguel Hernández. En él, además de constatar esta demanda social de fin de siglo, se discutía qué respuesta deberíamos dar en el campo de la educación.

### Formar profesores

Las distintas políticas educativas que contemplan la posibilidad de mejorar la situación, bien introduciendo asignaturas obligatorias u optativas de Historia de la Ciencia, o bien creando directivas para un cambio de metodología que incluya cierto espacio para la Historia de la Ciencia en las diferentes asignaturas, dependen de las tradiciones culturales y educativas de cada país. Por citar un ejemplo, en Portugal, España e Italia se imparten estudios de Filosofía en secundaria, mientras que en muchos países, como Bélgica, Reino Unido o Suecia, la Filosofía sólo se cursa en estudios universitarios. Esta y otras tradiciones, como el tener asociada la Historia de la Ciencia a las propias Ciencias o a la Historia o a la Filosofía, marca diferencias que han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar políticas que traten el problema. Pero, en cualquier caso, todas ellas habrán de pasar necesariamente por dotar a los profesores de los conocimientos necesarios para afrontar con éxito la nueva situación. Éste ha sido el principal motivo por el que nuestro trabajo se ha centrado en la creación de módulos de formación del profesorado en Historia de la Ciencia. La selección de temas ha pretendido reflejar el tipo de actividades de formación que habitualmente se realizan en los tres centros que integran el proyecto. Seguidamente diremos unas pocas palabras sobre los mismos.

En Francia existe una larga experiencia en la formación de profesores en Historia de las Matemáticas; la propia existencia de los IREM (Institutos de Investigación sobre la Enseñanza de las Matemáticas) da cuenta de ello (véase el artículo de Xavier Lefort de este libro). Es destacable su convencimiento de que es posible trabajar con los alumnos utilizando directamente fuentes originales, lo que nos puede resultar chocante, pues normalmente dejamos a los investigadores el estudio de los originales y preferimos trabajar con buenos libros de divulgación que estén al alcance de los alumnos. Sin embargo, ellos llevan tiempo mostrando que no sólo es posible, sino también mucho más formativo, trabajar con los alumnos utilizando textos originales. El trabajo de la profesora Anne Boyé nos cuenta la historia de los números negativos, con especial atención a la regla de los signos: aquello de que menos por menos da más; su azarosa historia nos ayuda a entender las dificultades que tienen los niños con los signos. El trabajo del profesor Xavier Lefort expone la historia del desarrollo del concepto de los logaritmos, una historia muy poco lineal, relacionada unas veces con necesidades sociales de cálculo numérico y otras con el desarrollo interno de la propia matemática. Conocer la historia de las ideas matemáticas ayuda a los profesores, no sólo a entender las dificultades de los alumnos, sino también a tomar decisiones sobre qué y cómo enseñar.

Los profesores británicos imparten cada año cursos de Historia de la Ciencia en su College de Chester, y para la selección de módulos del proyecto eligieron dos temas que pueden resultar muy atractivos para los alumnos. John Cartwright, biólogo, nos habla sobre cómo podemos usar en clase las ideas de Darwin para ilustrar diversas dimensiones del estudio de las ciencias. Y Cynthia Burek, geóloga, nos cuenta la historia de la edad de la Tierra y el nacimiento de la estratigrafía, y cómo usar esta historia para introducir a los alumnos en el Tiempo Geológico. En definitiva se trata de dos tópicos que deberían formar parte del bagaje cultural de cualquier persona, se dedique o no a la ciencia, porque esas ideas nos ayudan a entender cómo estamos relacionados con la vida y con nuestro planeta y, además, nos sugieren que algunas de las ideas científicas que hoy percibimos como sólidas verdades probablemente sufrirán cambios muy drásticos. La historia de las ciencias nos enseña a ser críticos con el dogmatismo científico.

En cuanto a los profesores españoles, la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia lleva más de diez años impartiendo cursos de formación de Historia de la Ciencia a profesores de secundaria, y para este proyecto eligieron dos temas de ciencia antigua y uno sobre instrumentos, además del ya citado sobre las excursiones histórico-científicas. El profesor José Luis Prieto trata en su trabajo de la visión del cuerpo humano en la Antigüedad, contraponiendo la visión de los médicos griegos, preocupados por la salud y la enfermedad, y la visión del cuerpo que tenían los filósofos y los poetas, quienes prestaban más atención a las relaciones del cuerpo con el alma, o a las del pensamiento con el lenguaje. Este es un tema que puede interesar mucho a nuestros alumnos, tan sensibles a la estética y a la aceptación de su propio cuerpo. Por su parte, el profesor Sergio Toledo aborda un tema más físico-matemático. Se trata de proponer a los profesores de Filosofía que imparten Historia de la Ciencia, que expliquen la historia de ciertos conceptos fundamentales del pensamiento filosófico y científico como por ejemplo unidad y multiplicidad, espacio y tiempo, materia y forma... Por último, el profesor Carlos Mederos muestra en su trabajo cómo se pueden utilizar instrumentos para enseñar Historia de la Ciencia. Los logros artesanos y las más profundas teorías científicas pueden dormir implícitas en un instrumento, siendo para los estudiantes un apasionante viaje el poder desvelarlas de la mano del profesor.

Mención aparte requieren los trabajos de Cynthia Burek y Anne Boyé sobre mujeres e Historia de la Ciencia, en Matemáticas y Geología respectivamente. Nuestras aulas, afortunadamente, están llenas de alumnas que, por razones bien conocidas, difícilmente encuentran en la Historia de la Ciencia modelos donde mirarse. Por ello es muy importante que conozcan, a través de nombres propios, los heroicos ejemplos de las primeras que consiguieron destacar en cada campo a pesar de una sociedad que les negó la capacidad, la inteligencia y la formación. De ellas son deudoras todas las mujeres que hoy participan en los ámbitos científicos y tecnológicos en condiciones de igualdad. Su ejemplo nos invita a seguir trabajando en el campo de la educación hasta conseguir que sean todas las mujeres, de todos los países, las que puedan disfrutar de las mismas condiciones e igualdad de oportunidades.

Estos trabajos, como ya hemos indicado, pretenden ser una muestra del tipo de materiales que pueden utilizarse en cursos de formación del profesorado de secundaria, y a lo largo del proyecto hemos tratado de darles la mayor difusión posible. Buena parte de los mismos se utilizaron inicialmente en un curso para profesores de Canarias (noviembre 1999). Posteriormente, algunos módulos fueron impartidos en el Lycée de Grand Air (La Baule, France) a estudiantes y profesores de secundaria, y otros fueron presentados en distintos foros: en el 13ème Colloque Inter-IREM (Rennes, mayo 2000), y en el congreso «Science Communication, Education and History of Science» que organizó la British Society for the History of Science (Londres, julio 2000). Finalmente se impartió un curso para profesores europeos, celebrado en La Orotava, (Tenerife, julio 2001), bajo la acción Comenius del Programa Sócrates. Todos los módulos, junto con muchos enlaces y otros materiales, pueden encontrarse traducidos al francés, inglés y español en la página web del proyecto: <http://nti.educa.rcanaria.es/penelope>

Finalmente queremos agradecer la colaboración y el apoyo que hemos recibido de todas las instituciones que integran el proyecto, así como de la Comisión Europea (Programa Sócrates-Comenius), y esperamos que muchos profesores encuentren en este libro ideas que sirvan de estímulo para lograr que la Historia de la Ciencia forme parte de la cultura común de todos los ciudadanos europeos.

AGUSTÍN ISIDRO DE LIS  
Coordinador del Proyecto Penélope