

**ANÁLISIS DEL FRACASO EN EL TRÁNSITO A LA UNIVERSIDAD EN LA
ASIGNATURA DE FÍSICA**

**ANALYSIS OF THE FAILURE IN THE TRANSIT TO UNIVERSITY OF THE
PHYSICS SUBJECT**

**Jesús Daniel Santos Rodríguez, María Luisa Sánchez Rodríguez y
Marta Soledad García Rodríguez**

RESUMEN

Los resultados académicos de alumnos que cursan la asignatura de Física en primer curso de Universidad han ido empeorando a lo largo de los últimos años. Se pretende realizar una revisión de la situación actual de la asignatura de Física en enseñanza secundaria y bachillerato en el Principado de Asturias y analizar el paso del alumnado del bachillerato al primer curso de grado universitario en lo referente a esta materia. A partir de entrevistas y cuestionarios realizados al profesorado de ambos niveles educativos detectamos problemas, los analizamos y proponemos algunas mejoras. Palabras clave: Estudiantes de secundaria, bachillerato Internacional, Estudiantes Universitarios, Física.

ABSTRACT

The academic results of students who follow the subject of physics in the first year at University have been getting worse during the last years. We pursue to examine the actual situation of the physics subject in secondary and sixth form in the Principality of Asturias and to analyse the pass of students from sixth form to the first year of university grades in what is related to this subject. Some problems have been detected, analysed and some improvements are put forward from the ideas collected from interviews and surveys.

Keywords: High School Students, International Baccalaureate , University students, physics.

Recepción del artículo: 03.06.2013 • Aprobación del artículo: 20.08.2013

Jesús Daniel Santos Rodríguez. Profesor del Departamento de Física. Universidad de Oviedo. E-Mail: jdsantos@uniovi.es

María Luisa Sánchez Rodríguez. Profesora del Departamento de Física. Universidad de Oviedo. E-Mail: mlrs@uniovi.es

Marta Soledad García Rodríguez. Profesora del Departamento de Ciencias de la Educación. Universidad de Oviedo. E-Mail: martagar@uniovi.es

Departamento de Física, Facultad de Ciencias. c/ Calvo Sotelo s/n. 33007-Oviedo

Departamento de Ciencias de la Educación, Facultad de Formación del Profesorado y Educación. c/ Aniceto Sela s/n. 33005-Oviedo. tel: +34 98 510 3299/ +34 98 510 3306/ +34985102879

Introducción

Durante las últimas décadas se ha venido observando una gran disminución en el porcentaje de estudiantes de ciencias en los países industrializados. Diversos organismos han concluido que es necesario tomar iniciativas al respecto para promover el interés por los estudios basados en Ciencia y Tecnología y hacerlos más atractivos, así como para incrementar la participación en actividades de carácter científico (OECD, 2006).

Esto es extremadamente importante no solamente para el desarrollo de economías basadas en la ciencia, tecnología e innovación, tan imprescindible en estos tiempos, sino también para la adquisición de una competencia científica por parte de la población, que le permita intervenir plenamente y democráticamente en la toma de decisiones que involucran a la sociedad actual (Oon & Subramaniam 2011). Para conseguir el desarrollo de la ciencia e innovación es necesario formar futuros trabajadores en el campo de la ciencia, y en particular, de la física. Un bajo número de estudiantes de física en la universidad traerá consigo consecuencias directas para el desarrollo tecnológico del país, incluyendo entre ellas la falta de talento industrial, la falta de científicos de base tecnológica, o profesores de física bien formados.

El interés por la ciencia depende de aspectos socioculturales, y según el modelo propuesto por Ainley (2011), en los países desarrollados la medida de aspectos como la valoración que tiene el estudiante por la ciencia, la percepción de la ciencia como algo divertido y el conocimiento de la materia son elementos predictivos del nivel de interés por la ciencia y la determinación de involucrarse en un futuro en actividades de tipo científico. Según Renninger (2009), el hecho de que los estudiantes manifiesten su valoración positiva de la ciencia, y su percepción como algo divertido no es suficiente para predecir su futura elección de carrera científica, además que es importante que estos estudiantes tengan una fuerte base de conocimientos científicos.

Varios autores (Häussler y Hoffmann, 2000; Lavonen, Byman, Uitto, Juuti y Meisalo, 2008) han encontrado que dentro del campo de la física, los temas que tienen una repercusión social o práctica son valorados como más interesantes que otros, lo cual indica que podrían utilizarse para captar el interés del alumnado.

En el caso de la disminución de estudiantes de Física y Química en Australia, se ha señalado, entre otros motivos, a factores externos al estudiante, como el valor estratégico que las instituciones (escuelas, institutos y universidades) le dan a las asignaturas implicadas (Lyons, 2006).

Varios autores (Smithers & Robinson, 2006; Wright, 2006) señalan que en el Reino Unido hay falta de profesores con la especialización adecuada para impartir física con entusiasmo, cosa necesaria para motivar lo suficiente a los estudiantes y así conseguir que sigan una carrera científica. Lo mismo se ha observado en otros

países: para que el estudiante tenga la motivación suficiente para estudiar una carrera científica es muy importante contar con profesores especializados (Angell, Guttersrud, Henriksen, e Isnes 2004).

También se puede observar una diferencia de género en cuanto a la elección de física como asignatura (Gill, 2011), que puede tener que ver con la creencia entre profesores y alumnos de que esta materia es más adecuada para chicos.

Según un trabajo de Bates, Galloway, Loptson y Slaughter (2011), la mayoría de los estudiantes en el grado de Física han elegido en educación secundaria las asignaturas optativas relacionadas con la física. Esto demuestra que se han interesado desde una edad más temprana por la materia, y justificaría la necesidad de introducir la asignatura de física en cursos anteriores.

En España también ha empeorado el interés por las asignaturas de Ciencias (Solbes, 2011), lo que implica mayor grado de abandono de la materia, y esto no es tenido en cuenta por los profesores de ciencias.

La disminución del interés por la ciencia, y en particular, la física es por tanto común en muchos países del mundo, aunque en el caso de España debemos tener en cuenta además, la percepción por parte del profesorado tanto de las enseñanzas medias como de universidad de una disminución en la calidad y cantidad de los conocimientos previos de los estudiantes. El análisis de los resultados de PISA06 concluye que el grado de adquisición de la competencia científica por el alumnado español es comparativamente insatisfactorio en la materia de Física y Química (Puente, 2008), y muestra que es necesaria una reflexión sobre la causa de este desajuste.

La Física es una de las materias impartidas en las modalidades de Ciencias de la naturaleza y de la salud y de ciencia y tecnología, en el primer curso de bachillerato junto con la química, y sólo en el último curso de bachillerato se imparte como asignatura independiente. Esto se debe a que las leyes educativas de los últimos años no consideran que la formación en física deba formar parte de los conocimientos generales de los ciudadanos, y por ello ha tenido carácter optativo en la enseñanza secundaria (Solbes, 2011). Solbes apunta también al hecho de que el bachillerato sólo son dos años y en nuestro caso, España es el único país que no tiene separadas la física y la química en el primer curso de bachillerato.

El currículo de bachillerato se ha estudiado en diversas comunidades autónomas, encontrando algunas incoherencias entre el modelo de enseñanza-aprendizaje, los contenidos y criterios de evaluación (Díaz, Saura, y De Pro, 2003).

El área de ciencias presenta enormes carencias en el bachillerato, ya que todas las asignaturas obligatorias son materias de humanidades, y además, la física es obligatoria sólo en la modalidad de Ciencia y tecnología, siendo optativa en la modalidad de Ciencias de la Salud (Ametlla, 2003). Esto hace que haya alumnos que lleguen a primer curso de grado, donde existe una física general, sin haber

cursado la asignatura previamente.

La Física estudia el comportamiento de la naturaleza basándose en la observación, y utiliza las herramientas matemáticas necesarias para poder obtener leyes naturales y analizarlas, y así poder aplicarlas a problemas concretos. La Física es una ciencia muy peculiar, ya que, a diferencia de otras (biología, geología, química...), se construye sobre una base matemática y se basa en el razonamiento: hay que conocer y entender los conceptos, y en base a éstos, se razona para llegar a conclusiones correctas.

El estudiante de Física debe partir de una base sólida, donde se conocen todos los conceptos más elementales, y utilizando las matemáticas obtener nuevos conceptos y saber aplicarlos. Por ello, en el planteamiento de una asignatura de Física es indispensable empezar por los temas más elementales, no se pueden eliminar, para así una vez asimilados estos conceptos poder ir a niveles superiores. Por ejemplo, para introducir el campo eléctrico (y así iniciar el electromagnetismo) hay que conocer lo que es un vector, ya que se trata de una magnitud vectorial. Para conocer el comportamiento de una carga en un campo eléctrico es indispensable conocer el concepto de fuerza y movimiento, ya que el efecto del campo eléctrico es producir una fuerza que hace que la carga se mueva.

Por otra parte, la física es también una ciencia experimental que se basa en la observación sistemática de los fenómenos naturales. De esta forma, las leyes físicas obtenidas reproducen perfectamente el comportamiento de la naturaleza, pudiendo predecir el resultado de un determinado experimento con antelación.

Resultados

Se realizaron cuestionarios y entrevistas con profesores tanto de enseñanza secundaria y bachillerato como de primer curso de grado universitario e ingeniería en centros públicos del Principado de Asturias. Se preguntó su opinión sobre los problemas que presentan los estudiantes y sobre la idoneidad de los contenidos del temario de la Física impartida en el bachillerato y su estructura.

Los profesores universitarios manifestaron la existencia de una serie de deficiencias que suelen presentar los estudiantes en su formación. Entre estas deficiencias se encuentran las siguientes:

- Malos resultados en los exámenes/calificaciones de primer curso de grado.
- Mala elección de asignaturas optativas en el bachillerato, de forma que hay alumnos de primer curso de grado que están estudiando la asignatura de Física y que no la han cursado previamente en ningún curso.
- Falta de interés por la asignatura, que se manifiesta en una baja asistencia a las clases, aunque esto ha disminuido en comparación con lo que ocurría

en las licenciaturas con la implantación de las clases de asistencia obligatoria en el EEES.

- Alto abandono de las asignaturas relacionadas con la física.

Para paliar el bajo rendimiento de los estudiantes se opina que es conveniente realizar una revisión de los contenidos y el nivel de la física en el bachillerato. Todos los profesores de grado entrevistados coinciden en que convendría insistir en los conceptos básicos de la asignatura en los cursos anteriores. El 60% afirman que habría que reducir contenidos para poder exigir un buen manejo de los conocimientos básicos. El 75% coinciden en que habría que ampliar el número de horas de Física en cursos anteriores.

Otras soluciones propuestas son la mejora de la preparación en matemáticas y la separación de la Física y la Química en el bachillerato.

Se realizó una encuesta similar para profesores de enseñanza secundaria. En la realización de los cuestionarios participó casi la totalidad del profesorado de enseñanza secundaria de bachillerato de distintos centros públicos del Principado de Asturias. Los problemas puestos de manifiesto por estos profesores fueron los siguientes:

- El programa es demasiado amplio: 79%
- Hay pocas horas de clase: 42%
- A los alumnos les faltan conocimientos matemáticos: 53%
- Se profundiza poco en los temas: 15%

Otros problemas sugeridos por los profesores de secundaria son los siguientes:

- Hay cierta influencia de la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU): su presencia obliga a reducir las horas impartidas en segundo de bachillerato.
- Los exámenes son muy específicos.
- Poca dedicación a prácticas respecto a las clases teóricas.
- A los alumnos les cuesta razonar.
- Poco trabajo por parte de los alumnos.

Además de los problemas detectados, se preguntó a ambos tipos de profesorado su opinión sobre la importancia de la impartición de los distintos temas del temario de Física en el bachillerato, con una escala de 0 (no es importante) a 10 (muy importante). Los temas considerados fueron los siguientes: vectores, magnitudes, cinemática, dinámica, vibraciones y ondas, electromagnetismo, óptica, relatividad y física cuántica. La figura 1 muestra el valor medio de la importancia de los temas considerados según los dos tipos de profesorado. En la figura 1a se muestra el valor medio de la importancia de estos temas según el profesorado de secundaria, y en la figura 1b se muestra la opinión del profesorado universitario. En ambos casos, se consideran menos importantes los últimos temas de óptica, relatividad y física

cuántica, siendo esto más acentuado en la figura 1b, donde se le da mucha más importancia a los temas más básicos de magnitudes, vectores y cinemática. La figura 1a está más equilibrada en cuanto a importancia de los distintos temas.

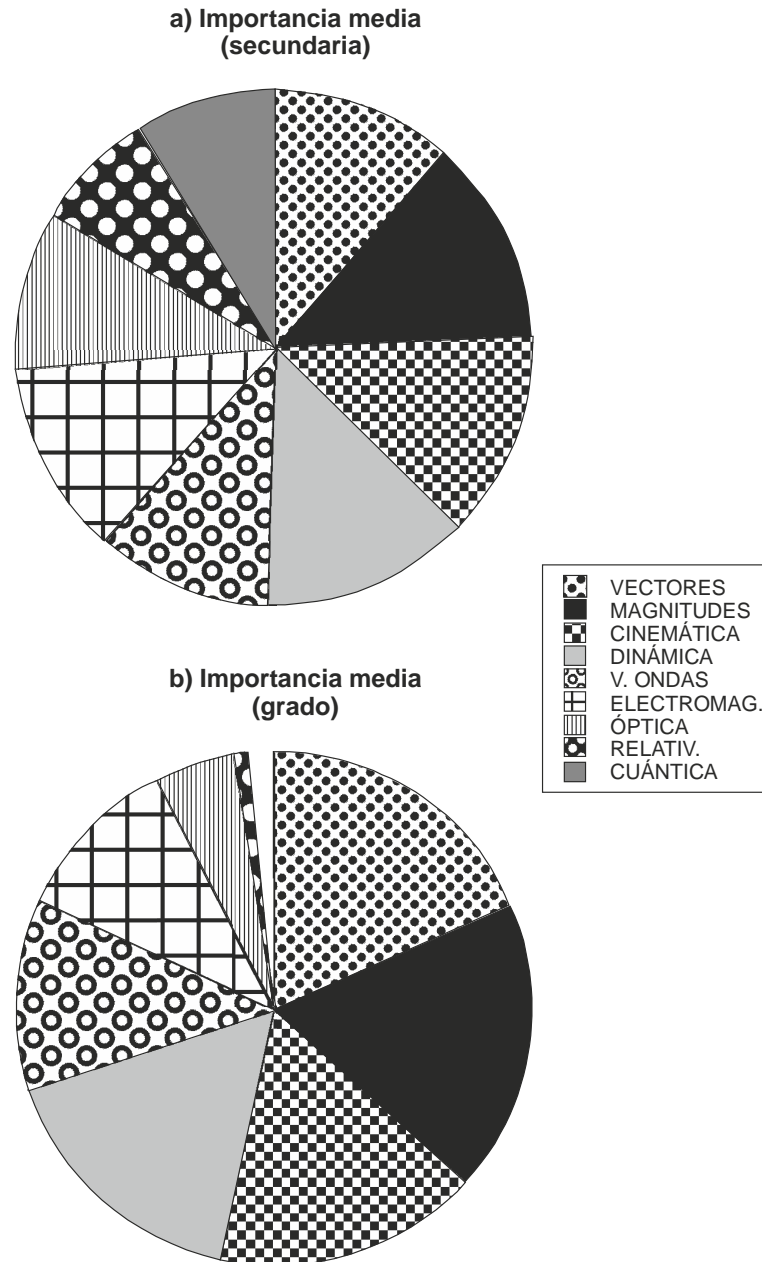


Figura 1: Valor medio de la importancia que deberían tener la impartición de varios temas de física en el bachillerato, para poder afrontar un primer curso de grado según profesores de secundaria (a) y de grado (b).

Discusión

Los dos primeros problemas planteados por los profesores de secundaria están relacionados: para poder impartir el programa completo se necesitarían más horas de clase.

Hay una concordancia entre los problemas encontrados en el primer curso de grado y los problemas sugeridos por los profesores de secundaria. Al no poder abordar la asignatura adecuadamente, en cuanto a cantidad y calidad de los contenidos con el nivel matemático requerido para el tratamiento apropiado de la materia, el alumnado no alcanzará el nivel apropiado para poder asimilar y aprender los conceptos necesarios en la asignatura de Física en primer curso de grado.

En cuanto a la importancia de los distintos temas incluidos en el temario de bachillerato, los profesores de universidad tienen en cuenta las deficiencias observadas en la formación de los estudiantes para abordar la física en los distintos grados de ciencias e ingenierías: no llegan con los conceptos más esenciales asimilados. Hay temas de la asignatura para los cuales es requisito indispensable tener unos conocimientos básicos (por ejemplo, sobre la cinemática o la dinámica). A partir de aquí se construyen otros conceptos para seguir avanzando en la materia, y se utilizan los temas iniciales. Por ello de la figura 1b se tiene la opinión de los profesores universitarios de que debería darse más importancia a las partes más básicas de magnitudes y unidades, vectores y cinemática.

La introducción de una asignatura optativa como la mecánica en segundo de bachillerato hace que muchos alumnos no la elijan y después se encuentren con que es necesario su conocimiento para poder afrontar con éxito una asignatura de física general. No se imparte esta parte de la materia en otras asignaturas obligatorias relacionadas con la física en segundo de bachillerato. En cambio, hay otros temas de carácter más complejo que no son abordados hasta cursos superiores de los grados, y si se hace se imparten partiendo de los niveles más elementales, con lo cuál no sería estrictamente necesaria su impartición en el bachillerato. Esto ocurre por ejemplo con la relatividad o la física cuántica. Su complejidad tanto conceptual como matemática no los hacen adecuados para impartirlos con suficiente profundidad a nivel de enseñanza secundaria y bachillerato, si bien pueden resultar temas muy atractivos para captar el interés de los estudiantes sobre la física.

Especialmente adecuado para captar el interés del alumnado sobre la física es la realización de prácticas de laboratorio. Es uno de los problemas sugeridos anteriormente, aunque la oferta de prácticas de laboratorio por parte de las empresas es limitada, y muchas veces el material disponible en secundaria y en la universidad es el mismo: el alumno que ha realizado alguna práctica en un instituto se encuentra realizando la misma práctica en la universidad.

Las pequeñas diferencias apreciadas en cuanto opiniones de uno u otro grupo de profesores puede ser por lo siguiente: en el bachillerato los alumnos no tienen unos

conocimientos amplios del aparato matemático necesario para abordar los conceptos físicos en toda su extensión; por eso los profesores de secundaria abordan estos conceptos evitando el uso de las matemáticas dentro de lo posible, es decir que no consideran imprescindible el primer tema de vectores y magnitudes ya que introducen los conceptos físicos de manera intuitiva o cualitativa. En el primer curso de grado, los estudiantes no están acostumbrados a definir los conceptos físicos utilizando la herramienta matemática, y esto conlleva a una mala asimilación de conceptos, y a la apreciación por parte del profesorado de universidad de una falta de los conocimientos más básicos físicos y matemáticos (vectores, operaciones con vectores, etc). Los profesores de grado se encuentran con que los alumnos no tienen el conocimiento necesario sobre los temas más básicos de vectores, magnitudes, cinemática o dinámica. Por esa razón, la abrumadora mayoría del profesorado universitario considera imprescindibles los temas más básicos de vectores y magnitudes en el bachillerato. Estas diferencias de opinión pueden ser, por tanto, por una falta de coordinación en el enfoque que debe darse a los contenidos entre las dos enseñanzas, la secundaria y la superior.

El currículo de la enseñanza secundaria (MEC, 2007) contempla la enseñanza de la física y química, en tercer curso con sólo dos horas a la semana y en el cuarto curso como materia optativa con 3 horas semanales. El contenido de los primeros cursos en materia de ciencia es muy básico; en tercer curso se introducen las propiedades eléctricas y la estructura del átomo en uno de los bloques de física y química. El contenido de Física y Química de 4º curso de la ESO, de carácter optativo entre muchas asignaturas, incluye en su temario el movimiento, fuerzas, energía, fluidos, y trabajo y calor. El tiempo dedicado parece claramente insuficiente para poder asimilar unos conceptos muy importantes, aunque sea sin el rigor matemático necesario. Las tecnologías tratan también algunos temas relacionados con la física, como la electricidad aplicada y la electrónica, entre otros muchos temas, pero tienen un perfil muy técnico, más cercano a la formación profesional que a la ciencia.

En el Boletín Oficial del Estado número 147 de 18 de junio de 2008 aparecen los contenidos de física y química de primero de bachillerato y de física de segundo (MEC, 2008). En el primer curso se ofrece la asignatura de física y química como obligatoria de especialidad. Se imparten 4 horas a la semana. Sólo la mitad del tiempo, en el mejor de los casos, correspondería a la Física, cuyo temario empieza por introducir las magnitudes fundamentales, para después seguir con cinemática, dinámica, energía y electricidad.

En el último curso de bachillerato aparece, ya separada de la química, la asignatura de física. Tiene la importante misión de preparar al alumnado para iniciar estudios universitarios del área científico-tecnológica. Su programa trata de complementar al iniciado ya en la física y química de primer curso de bachiller. Se imparten 4 horas a la semana, y es de carácter optativo. Los contenidos empiezan con el movimiento

armónico simple y el campo gravitatorio para seguir con el electromagnetismo, la óptica y la física moderna.

Se considera, además, que el formalismo matemático no es el elemento central del aprendizaje ni debe ser un obstáculo por lo que los ejercicios se limitan a una simple aplicación de los conceptos.

De esta manera, es fácil entender porqué los alumnos que llegan al primer curso de grado o de ingeniería carecen de los conceptos más elementales en su mayoría. Debido al carácter optativo de física y química, es posible que algunos estudiantes lleguen a la universidad sin conocer los conceptos más elementales que rigen las leyes del movimiento y las fuerzas. Como la Física en segundo curso también es optativa, es posible que lleguen también algunos estudiantes a los grados o ingenierías sin haber estudiado nunca nada de física. Esto ocurre especialmente en grados relacionados con la rama de ciencias de la salud donde hay una física en primer curso, ya que estos alumnos no suelen considerar la asignatura de física como opción en el bachiller; por ejemplo, los centros pequeños de secundaria no tienen disposición horaria para dar la opción a elegir la física para el bachillerato de la modalidad de Ciencias de la Salud. El profesorado universitario detecta entonces fallas graves en los conceptos más básicos como son el uso de unidades, vectores y operaciones con vectores, integrales y derivadas, cinemática, dinámica, etc. Pero aunque los estudiantes cursen la física y química, y después la física de segundo curso de bachiller, cuando llegan a los grados, la parte de operaciones con vectores o cinemática ya la han olvidado.

El profesorado universitario considera que no es estrictamente necesaria la impartición de temas de óptica, relatividad o física cuántica. Esto se debe a que el alumnado estudia estos temas en los grados desde cero, partiendo de los conceptos básicos estudiados en temas anteriores, pero se considera que se ven por primera vez en la universidad. Además, se abordan en cursos más avanzados, donde el nivel adquirido de matemáticas es también mayor. El profesorado de secundaria los considera más importante que el universitario ya que el alumnado puede verse atraído por la naturaleza de estos temas, pudiendo así aumentar su interés por la materia.

La influencia de las pruebas de acceso a la universidad (PAU) también se ha mencionado ya que su temporización antes del final de curso obliga a recortar horas de clase. También el hecho de que los alumnos se preparan para aprobar un examen y no para aprender hace que se orienten sólo a estudiar para dicho examen. Sería entonces conveniente utilizar además algún otro método de evaluación, para fomentar el aprendizaje. Para todo esto es necesario disponer de mucho más tiempo del programado en una materia que se imparte sólo en un año de bachillerato.

Conclusiones y propuestas de mejora

Se han puesto de manifiesto dos problemas bien diferenciados: el primero es la disminución del interés del alumnado por asignaturas de base científica, y en especial por la física. Este problema es común en la mayoría de los países industrializados y está ampliamente estudiado, como puede verse en la bibliografía, aunque no por ello hay que dejarlo de lado. El segundo problema consiste en la enorme disminución del rendimiento académico de los alumnos que llegan al primer curso de universidad en los últimos años. En general, la mejora en el rendimiento del alumnado en la asignatura de Física requeriría una revisión de los contenidos y nivel de la asignatura de Física en el Bachillerato y de la organización del propio Bachillerato y enseñanza secundaria. Consideramos que el bachillerato no prepara a los alumnos para afrontar la asignatura de Física general en un primer curso de grado; las asignaturas relacionadas con la física necesitan una modificación en su estructura y contenidos.

Aquí recogemos a modo de conclusión algunas propuestas:

-Aumento de horas de clase de física en secundaria y bachillerato.

El aumentar el número de horas dedicadas a la física en el bachillerato permitiría dedicar más tiempo a introducir los conceptos adecuadamente, introduciendo también los conceptos matemáticos imprescindibles para su tratamiento formal (vectores, o las mínimas derivadas e integrales necesarias para explicar los conceptos físicos y resolver problemas sencillos). Se podría profundizar más en los temas, y no prescindir de temas como la relatividad, óptica, física cuántica o radiactividad, que permiten, a nivel divulgativo, aumentar el interés del alumno por la ciencia, y la física en particular. Una forma de aumentar el número de horas sería separar las asignaturas de física y química desde el primer curso de bachiller e incluso introducirla desde los primeros años de secundaria. Si se dispone de más tiempo de clase, de esta manera, pueden realizarse también prácticas de laboratorio.

- Aumento del grado de especialización del profesorado de secundaria.

Es necesario captar el interés del alumnado por las ciencias, intentando cambiar la imagen de esta materia como algo difícil y aburrido, así como mejorar la asimilación de los contenidos por parte del alumnado. Una manera de hacerlo sería mejorando la formación y motivación de los profesores de enseñanza secundaria, aumentando su entusiasmo hacia la física. Varios autores sostienen que la falta de profesores especialistas en física crea un círculo vicioso, ya que es menos probable que los estudiantes tengan una buena base de la materia cuando el profesor no es especialista, y esto resulta en un menor número de posibles profesores en el futuro (Davies, Davies, Hutton, Adnett, y Coe, 2009; Smithers y Robinson, 2006). Los profesores de secundaria deberían también formarse en didáctica de las ciencias para poder fomentar el interés del alumnado por las ciencias (Solbes 2011).

- Reestructuración de asignaturas de Física y cambio de su carácter optativo a obligatorio.

En cuanto a los contenidos, es importante que los estudiantes que lleguen a primer curso de carrera hayan cursado anteriormente las asignaturas relacionadas con la física. Esto se podría conseguir si pasaran a ser una única materia obligatoria dentro de las ramas de ciencias. De esta manera se evitaría también que en los centros pequeños presenten problemas a la hora de elaborar los horarios y que haya cierto porcentaje de alumnos que no hayan podido cursar la asignatura en el bachillerato y la tengan en primer curso de grado.

- Mejora de los contenidos.

Si bien hay algunos temas que pueden aumentar el interés del alumnado por sus repercusiones, no son imprescindibles, ya que implican un mejor conocimiento de la materia, y esto no se puede conseguir en la educación secundaria tal como está organizada hoy en día. Consideramos que es mejor impartir los temas más básicos con el máximo rigor, y utilizar los temas más llamativos, que no son imprescindibles, para captar el interés del alumnado, en caso de disponer de tiempo, aunque lo ideal sería aumentar el número de horas de clase para así poder abarcar estos temas.

En general, la mayoría de estos problemas podrían solventarse si se introdujera la asignatura de física y química al principio de la enseñanza secundaria, por ejemplo en segundo de la ESO, y la asignatura de Física (sin la Química) a partir de 4º curso de la ESO. Esto podría permitir introducir temas que resulten llamativos e interesantes para los estudiantes, como la radiactividad o el funcionamiento de una central nuclear. También permitiría la realización de prácticas de laboratorio para familiarizar al alumnado con el manejo de dispositivos de medida e incluso el nunca entendido cálculo de errores.

Agradecimientos

Esta investigación se ha elaborado en el marco del proyecto Puente de Física 2011, financiado por la Consejería de Educación y Ciencia del Principado de Asturias

Referencias Bibliográficas

- Ainley, J. (2011). A cultural perspective on the structure of student interest in science. *International Journal of Science Education*, 33, 51-71.
- Ametlla, J. (2003). Las ciencias: La Cenicienta del bachillerato. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 36, 15-18.
- Angel, C., Guttersrud, O., Henriksen, H. & Isnes, A. (2004). Physics: frightful, but fun: Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88 (5), 683-706.
- Bates, S. P., Galloway, R. K., Loptson, C. & Slaughter, K. A. (2011). How attitudes and beliefs about physics change from high school to faculty. *Physical Review Special Topics: Physics education research*, 7. DOI: 10.1103/PhysRevSTPER.7.020114
- Davies, O., Avies, O., Davies, N., Hutton, D., Adnett, N. & Coe., R. (2009). Choosing in schools: Locating the benefits of specialization. *Oxford Review of Education*, 35 (2), 147-167.
- Díaz, Amentia, M.A., Saura, O. & De Pro A. (2003). Una física vieja en un nuevo bachillerato. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 36, 25-31.
- Gill, T & Bell, J.F. (2011). What factors determine the uptake of A-level Physics? *International Journal of Science Education*, 0, 1-20.
- Häussler, P. & Hoffmann, L. (2000). A curricular frame for physics education: Development, comparison with students' interests, and impact on students' achievement and self-concept. *Science Education*, 84, 689-705.
- Lavonnen, J., Byman, R., Uitto, A., Juuti, K., & Meisalo, V. (2008). Students' interest and experiences in physics and chemistry related themes: Reflections based on a rose-survey in Finland. *Themes in Science and Technology Education*, 1 (1), 7-36.
- Lyons, T. (2006). The puzzle of falling enrolments in physics and chemistry courses: putting some pieces together. *Research in Science Education*, 36, 285-311.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2007, Julio 12). Orden ECI/2220/2007, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la educación secundaria obligatoria. BOE, (174), DIP, (14050), 31680 – 31828.
- Ministerio de Educación y Ciencia. (2008, JUNIO 11). Orden ESD/1729/2008, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del bachillerato. BOE, (147), 27492- 27608

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies: policy report*. Paris: *OECD Global Science Forum*.
- Oon, P.T.& Subramanian, R. (2011): On the declining interest in physics among students-from the perspective of teachers. *International journal of Science education*. 33 (5), 727-746.
- Puente, J. (2008). Pisa 2006: resultados españoles en ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 57, 12-22.
- Renninger, K. A. (2009). Interest and identity development in instruction: An inductive model. *Educational psychologist*, 44 (2), 105-118.
- Smithers, A. & Robinson, P. (2006). *Physics in schools and universities II: Patterns and policies*. Buckingham: University of Buckingham.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?, *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 53-61.
- Wright, S. (2006). The health of subjects: evidence from examinations entries *The Nuffield Review of 14-19 Education & Training*. Research report 5.