

Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física

Endika Arandia^{1,a}, Kristina Zuza^{1,b}, Jenaro Guisasola^{1,c}

¹Departamento de Física Aplicada I, Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa, UPV/EHU. Donostia-San Sebastián. España.

^aendika.arandia@ehu.eus, ^bkristina.zuza@ehu.eus, ^cjenaro.guisasola@ehu.eus

[Recibido en febrero de 2016, aceptado en junio de 2016]

El objetivo de este trabajo es analizar las actitudes y motivaciones hacia la Física y su aprendizaje de estudiantes de ciencias en el Bachillerato (16-18 años) y de diferentes grados universitarios científicos debido a la importancia que pueden tener estas actitudes y motivaciones en el aprendizaje y el comportamiento de los estudiantes. Los datos obtenidos tanto en la situación de partida del curso académico 2013/2014 como a finales del mismo curso proporcionan la siguiente información: por un lado, los resultados indican que mientras las actitudes de los estudiantes mejoran significativamente en los primeros cursos de los grados en física e ingeniería, estas mejoras no son suficientes para proporcionar cambios en las motivaciones de los estudiantes, que se mantienen estables. La instrucción habitual no favorece, por lo tanto, una mejora en las motivaciones de los estudiantes. Por otro lado, no solo se observa que las diferencias de género existen antes de la instrucción, sino que también aumentan durante el curso académico independientemente de la etapa en la que se encuentren los estudiantes.

Palabras clave: Actitud; Motivación; Enseñanza de la Física; Género.

Attitudes and motivations of high school science students and university students toward the learning of Physics

Taking into account that students' attitudes and motivations could affect their behavior and learning, the aim of this paper is to analyze those attitudes and motivations toward the learning of physics of high school students (16-18) and university students of several scientific degrees. Data was gathered both at the start and at the end of the 2013/2014 academic year and they provided some conclusions: first, the results indicate that whereas the attitudes of students improved significantly in the first year of the degree in physics and the degree in engineering, those improvements were not enough to provide changes in the motivation of the students. On the other hand, not only does the gender differences persist nowadays, but they are also increased during the academic year regardless of the stage where students are.

Keywords: Attitude; Motivation; Physics Education; Gender.

Para citar este artículo: Arandia, E., Zuza, K. y Guisasola, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (3), 558-573. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18497>

Introducción

Pensar como un científico no incluye sólo construir un conocimiento estructurado de conceptos y un conjunto de procedimientos propios de la actividad científica, sino también una actitud positiva hacia la ciencia y su aprendizaje (Osborne, Simon y Collins 2003). Investigaciones previas han mostrado que las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y su aprendizaje pueden tener un impacto significativo en lo que ellos aprenden (Redish, Saul y Steinberg 1998). Por ejemplo, si los estudiantes sienten que sólo unos pocos inteligentes pueden ser físicos, que el profesor es la autoridad y que ellos tienen que limitarse a tomar apuntes y memorizar, no se esforzarán en preguntarse cómo se ha construido el conocimiento

de la física y cómo son las personas que lo construyen. Una consecuencia de esta falta de interés podría ser el descenso que ocurre en la matriculación de grados de ciencias, tal y como se desprende de los estudios del INI (Instituto Nacional de Estadística)¹.

El concepto de *actitud hacia la ciencia* es algo nebuloso, a menudo mal articulado y no siempre bien comprendido (Koballa y Gynn 2007). Una primera dificultad para la investigación de las actitudes hacia la ciencia es que tales actitudes no consisten en una única construcción unitaria, sino que consisten en un gran número de *objetos* que contribuyen en proporciones variables a las actitudes de una persona hacia la ciencia. Estos objetos que contribuyen a medir las actitudes hacia las ciencias pueden ser tan diversos como: valoración de la ciencia, la conexión entre la ciencia y el mundo real, la relación entre la ciencia y la cultura, la ansiedad ante el aprendizaje de la ciencia, actitudes de los padres o inquietud por el logro del éxito. Una segunda dificultad hacia la evaluación de la significación y la importancia de las actitudes es que son esencialmente una medida de las preferencias y sentimientos hacia un objeto expresados por la persona. Sin embargo, la actitud por sí misma, no necesariamente está directamente relacionada con las motivaciones que llevan a comportamientos de un alumno. Estudios previos (Vázquez y Manassero 2015) indican que una de las principales razones para elegir un grado CTIM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática) es el interés por la ciencia, teniendo en cuenta que en este estudio se entiende que el interés forma parte del constructo general *motivación* tal y como lo hicieron Koballa y Glynn (2007). Consecuentemente, la actitud y la motivación que lleva a un comportamiento son conceptos diferentes pero relacionados entre sí (Potter y Wetherall 1987, Koballa y Glynn 2007).

La Fundación Española para la Ciencia y Tecnología FECYT desarrolla periódicamente un extenso informe sobre la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología (Vázquez, 2013). Estos estudios se centran en la ciudadanía en general o en determinados tramos de edades como, por ejemplo, los jóvenes. Sin embargo, no hay muchos datos sobre estudiantes que han elegido estudiar ciencias en las edades de Bachillerato y Universidad. Este es un sector muy específico, pero especialmente importante porque, en primer lugar, ya ha realizado una primera opción de elegir ciencias en el Bachillerato y puede optar después por una carrera científica. En segundo lugar, es importante conocer cómo desarrollan sus actitudes y motivaciones aquellos estudiantes que inician y continúan un grado de ciencias, de cara a sus expectativas profesionales. En consecuencia, este trabajo analiza las actitudes y motivaciones hacia la Física y su aprendizaje de los estudiantes de Bachillerato y Universidad durante un curso académico, obteniendo evidencias empíricas al principio y al final del curso académico. Así mismo, este trabajo trata de esclarecer las relaciones entre actitudes y motivaciones. Para ello, en la siguiente sección se definen ambos conceptos a través de trabajos previos en Enseñanza de las Ciencias y se establecen, en consecuencia, las preguntas de investigación del trabajo. A continuación, se describe el diseño experimental y la metodología de análisis. Se finaliza el artículo con una exposición de resultados, su discusión y las aportaciones realizadas por este trabajo.

Lo que se entiende por actitud y motivación hacia la ciencia en este estudio

Uno de los significados ampliamente aceptados de actitud fue propuesta por Simpson, Koballa, Oliver y Crawley (1994), quienes explican que la definición de actitud es complicada porque es vista como una variable que puede manifestar tres tipos de respuesta: una cognitiva, una afectiva y otra intencional. Históricamente, en cambio, el concepto de actitud ha generado problemas al ser interpretado y confundido con términos como interés, valor, motivación u

¹ http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176744&menu=resultados&idp=1254735573113

opinión. Esta falta de clarificación en el significado de las palabras ha dificultado las investigaciones en la Enseñanza de la Ciencia en el componente actitudinal. En su versión más simple, la actitud es un sentimiento general y duradero que puede ser tanto positivo como negativo acerca de una persona, objeto o problema (Petty y Cacioppo 1981). Recientemente, Koballa y Glynn (2007) diferenciaron claramente la actitud de la motivación, aunque sean conceptos relacionados. Ellos definen la motivación como el estado interno de una persona que despierta, dirige y mantiene la conducta de los estudiantes. En este estudio se van a tratar ambos conceptos. Por un lado, se analizarán las actitudes de los estudiantes hacia la física con enunciados que midan la imagen que los estudiantes tengan de la física, y en especial su relación con el mundo real que perciben (enunciados 1 y 2) y su relación con la cultura (enunciados 3, 4 y 5). Estudios previos concluyen que los cambios en las actitudes de los estudiantes están fuertemente influenciados por los cambios en la imagen hacia la ciencia (Vázquez y Manassero 2008), evidenciando la relación entre ambos conceptos. Por otro lado, este estudio se centrará también en las motivaciones de los estudiantes hacia la ciencia que se medirán mediante enunciados que pueden ser clasificados en tres principales grupos. En primer lugar están los enunciados que miden el interés por la resolución de problemas en el ámbito escolar (enunciados 6 y 7). Existen trabajos previos donde se concluye que en general, el grado de interés de los estudiantes es un indicador significativo de la motivación que tienen para aprender (Bye, Pushkar y Conway 2007). El resto de enunciados, en cambio, se pueden clasificar en los grupos que miden la motivación intrínseca (enunciados 10 y 11) o la motivación extrínseca de los estudiantes (enunciados 8 y 9). En concreto, en el estudio de Vallerand *et al.* (1992, p. 1004) se especifica que «intrinsic motivation refers to the fact of doing an activity for itself, and the pleasure and the satisfaction derived from participation», mientras «extrinsic motivation pertains to a wide variety of behaviours which are engaged in as a means to an end not for their own sake» (Vallerand *et al.* 1992, p. 1006).

Por otro lado, de acuerdo con Koballa y Glynn (2007), una instrucción efectiva tiene el potencial de mejorar las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia y aumentar la motivación para aprender ciencias. Por ello, una de las variables de esta investigación está relacionada con la evolución de las actitudes y motivaciones a lo largo del curso escolar. No debemos olvidar, de todos modos, que como bien indicaron Osborne y Dillon (2007, p. 1441), «la mayoría de los niños entre 5 y 16 años sólo pasan el 18% de su tiempo en la escuela, y sin embargo, la sociedad considera a la escuela como el único sitio para aprender, mientras que la realidad es que el aprendizaje tiene lugar principalmente en contextos sociales y culturales que se ofertan fuera de la escuela, es decir, en contextos informales». Por lo tanto, aunque la instrucción sea uno de los factores que alteran y modifican las actitudes y motivaciones del alumnado durante dicho curso, esto no significa que no existan más factores para ello. Observaremos por lo tanto, si entre la instrucción y los factores externos a esta instrucción como pueden ser factores culturales, se consiguen mejorar las actitudes y las motivaciones de los estudiantes hacia la física en un curso académico.

Además, el trabajo de Koballa y Glynn (2007) concluye que las actitudes influyen la motivación de los estudiantes, y afirma que la motivación lograda impulsará el aprendizaje del alumnado, que en último lugar, también influenciará el comportamiento. El trabajo de Ng, Lay, Areepattamannil, Treagust y Chandrasegaran (2012) sugiere que el aumento de los sentimientos positivos de los estudiantes hacia la ciencia ayudan a mejorar los resultados que vayan a obtener. En cambio, algunos estudios empíricos apuntan hacia una relación no clarificada entre actitud y rendimiento académico desde la infancia a la adolescencia (Perales *et al.* 2013). Por esa razón Koballa y Glynn (2007, p. 95) afirman que «we strongly encourage new and seasoned researchers to advance what is known about how attitudes influence motivation and how motivation influences science learning, and ultimately behaviour». Este

estudio se centrará en parte, en la clarificación de estas cuestiones intentando medir la conexión entre los cambios en las actitudes hacia la física y los cambios en las motivaciones de los estudiantes hacia el aprendizaje de la física. De este modo se podrá cuantificar la influencia de las actitudes sobre las motivaciones de los estudiantes.

En los estudios sobre actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, otro de los factores relevantes ha sido históricamente el género, donde las actitudes de los hombres hacia la ciencia han sido generalmente más positivas que en el caso de las mujeres (Osborne, Simon y Collins 2003). Kimura (1992) justificó el predominio de los hombres en actividades espaciales o matemáticas debido a las diferencias en las capacidades intelectuales entre hombres y mujeres, siendo las mujeres mejores en cálculo aritmético o en tareas manuales de precisión, que normalmente se relacionan con trabajos de laboratorio. Sin embargo, según Solbes, Montserrat y Furió (2007), las ciencias son actividades complejas y requieren de múltiples capacidades. Esto quiere decir que las diferentes ramas de la ciencia y la ingeniería requieren de una amplia gama de capacidades desde el razonamiento matemático a las habilidades manuales. Por ello, es posible que las mejores actitudes de los hombres provengan de múltiples causas, como puede ser el actual currículo (donde la visibilidad de las mujeres científicas es escasa) o por los efectos que los estereotipos tengan en el alumnado. Este último factor queda latente en investigaciones que respaldan que las diferencias de género se han dado por los etiquetados que en última instancia se acaban cumpliendo (Bain 2005). Otros estudios, afirman que las diferencias de actitud dependiendo del género han ido reduciéndose (Whitehead 1996). En este trabajo, además de tratar de verificar si a día de hoy sigue habiendo diferencias significativas en el género, la variable instrucción será útil para entender si las actitudes y motivaciones de los estudiantes cambian del mismo modo en ambos géneros independientemente de si existieran diferencias en la situación de partida. De acuerdo a los objetivos descritos en este apartado, se plantean varias preguntas de investigación:

- a) ¿Cómo evolucionan las actitudes y las motivaciones de los estudiantes de ciencias en el Bachillerato y en la Universidad hacia el aprendizaje de la física desde el comienzo hasta el final del curso escolar?
- b) ¿Existe relación entre los cambios en las actitudes de los estudiantes y los cambios en sus motivaciones hacia el aprendizaje de la física?
- c) ¿Existe relación entre el género y las actitudes y/o motivaciones hacia la física en la situación de partida? ¿Evolucionan igual las actitudes y/o motivaciones para ambos géneros recibiendo la misma instrucción?

Metodología

La metodología cuantitativa de investigación utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas. En este caso se ha optado por un diseño pre-post-test donde se recoge información a principios y finales del curso académico 2013/2014. Debido a que los datos son producto de mediciones, el análisis debe realizarse utilizando métodos estadísticos para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. Consecuentemente, la metodología de esta investigación ha sido de tipo cuantitativo basada en el uso del método de encuesta que se especifica en el apartado de instrumentos. Por otro lado, en este estudio no se ha construido ninguna situación sino que se han observado situaciones ya existentes y no provocadas intencionalmente.

Participantes

La muestra a analizar se compone de alumnos que cursaron alguna asignatura de física el curso académico 2013/2014 que suman un total de 772 estudiantes. Los datos proceden de estudiantes de primero de bachillerato (16-18 años) de 8 centros educativos y de la Universidad del País Vasco, donde el número de las investigaciones es más reducido (ver tabla 1).

Tabla 1. Distribución de la muestra.

Grupo	N	Facultad/ciudad (n° de centros)
Bachillerato (1er curso)	354	San Sebastián (2), Tolosa (2), Ordizia (2), Urnieta, Hernani
Grado en Ingeniería (1er curso)	213	Escuela Politécnica de San Sebastián
Grado en Física (1er curso)	68	Facultad de Ciencia y Tecnología (Lejona)
Grado en Biología (1er curso)	83	Facultad de Ciencia y Tecnología (Lejona)
Grado en Física (3er curso)	54	Facultad de Ciencia y Tecnología (Lejona)

En el primer curso de bachillerato los estudiantes reciben 4 horas semanales de estudios de física durante medio curso académico, debido a que dedican el resto del curso a los estudios de química. En la universidad, en cambio, los estudiantes de primer curso reciben una instrucción en fundamentos de la física adecuado al contexto de cada grado de 4 horas semanales a lo largo de todo el curso. Por último, los estudiantes de tercero de física cursan más asignaturas específicas de física como pueden ser de mecánica cuántica, electromagnetismo, astrofísica, etc. En todos los cursos del estudio la enseñanza se centra en clases magistrales, donde las explicaciones del profesor ocupan la mayor parte del tiempo. El papel de los estudiantes se limita a tomar apuntes y a realizar, ocasionalmente, preguntas aclaratorias al profesor.

Instrumentos

El diseño experimental ha constado de un cuestionario en donde las preguntas se han diseñado cuidadosamente teniendo en cuenta diversos trabajos previos (Perales *et al.* 2013, Catalán 2008). En particular, los cuestionarios de *Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS)* (Adams *et al.* 2006) y *Maryland Physics Expectations Survey (MPEX)* (Redish, Saul y Steinberg 1998) han sido trabajos inspiradores. Hemos elegido cuatro preguntas del cuestionario CLASS mientras el resto de preguntas son originales diseñadas para este estudio. Todas estas preguntas han sido validadas por expertos externos y se ha hecho un estudio piloto con un grupo reducido de estudiantes. El presente cuestionario, en relación a estudios anteriores, tiene un número pequeño de enunciados (11 ítems) debido a que los estudiantes que componen la muestra no están acostumbrados a cuestionarios tan extensos como los mencionados. Así mismo, el tiempo disponible en los centros educativos es muy limitado y no permite contestar cuestionarios de un número elevado de ítems. No obstante, estas circunstancias no han supuesto una limitación del estudio, ya que nuestra investigación también se ha centrado en un número menor de dimensiones: la actitud y la motivación. Las respuestas fueron recogidas mediante una escala de Likert del 1 al 4 para evitar el sesgo al valor central (Solbes 2011) tal y como lo llevaron a cabo Parkinson, Hendley, Tanner y Stable (1998). El número 1 se utiliza para expresar un total desacuerdo hacia su correspondiente enunciado mientras el número 4 indicaría estar totalmente de acuerdo.

Los enunciados del cuestionario se dividen entre los que miden las actitudes y las motivaciones de los estudiantes que se pueden ver en el [Anexo I](#). De todos modos, es necesario llevar a cabo un análisis de componentes principales. Para llevar a cabo este análisis se ha comprobado que la muestra puede ser factorizada debido a que se logra un adecuado coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin (0,85 sobre 1) y se supera la prueba de esfericidad de

Barlett con un valor de significancia de 0,000, siendo 0,05 el valor máximo aceptado. Acto seguido, se ha realizado el análisis de componentes principales con el objetivo de reducir los datos. De este modo se pueden explicar las correlaciones entre las variables observadas en términos de un número menor de nuevas variables, llamados factores o dimensiones. Estas dimensiones han tenido que superar las pruebas de fiabilidad que se miden mediante el coeficiente de Alpha de Cronbach. En este caso, se han logrado valores aceptables (0,7 sobre 1 en ambas dimensiones) que confirman que las dimensiones consideradas son adecuadas para llevar a cabo el posterior análisis (Cohen, Manion y Morrison 2007). Por lo tanto, una vez pasados los análisis de fiabilidad, la segunda parte del análisis se ha centrado en las dimensiones de actitud de los estudiantes hacia la física y en la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la física.

Análisis

El análisis de componentes principales conduce a conclusiones globales que serán mostrados en diagramas de barras que especificarán la media obtenida para cada grupo en las actitudes y motivaciones hacia el aprendizaje de la física. En cada una de las medias se puede observar el error estándar de la media gracias a las barras de error. Por otro lado, los diagramas irán acompañados de ejemplos mediante tablas que informan de las medias y desviaciones típicas de cuestiones concretas.

A lo largo de todo el análisis se llevan a cabo comparaciones de los datos recogidos dependiendo de las variables descritas en la sección anterior: *Lo que se entiende por actitud y motivación hacia la Ciencia en este estudio*. En cada caso es necesario realizar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para saber si los grupos que se están considerando forman una distribución normal o no. En segundo lugar, se buscan las diferencias estadísticamente significativas mediante pruebas que se aplican a muestras independientes que serán la prueba paramétrica de t-Student (si la distribución es normal) o la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney (si la distribución de los grupos no es normal). En todos los casos, se logrará el valor p (o p-valor) que es la probabilidad que permite declarar la significación de una prueba. El término significación indica, por otra parte, que la probabilidad es suficientemente pequeña como para rechazar la hipótesis planteada (Suárez 2012). Con cada p-valor se afirma que existen diferencias estadísticamente significativas cuando el valor sea menor de 0,05 (lo que significa que tenemos una probabilidad de error máxima del 5%).

Resultados

El análisis de los datos recogidos se realiza mediante las dos variables criterio del estudio: la instrucción y el género. En cada una de ellas, los resultados de las actitudes y motivaciones del alumnado proporcionan la información necesaria para contestar las preguntas de investigación.

La instrucción

Por un lado, tal y como se ha mencionado previamente, los resultados relacionados con las actitudes del alumnado proceden de los 5 primeros enunciados del cuestionario. Las medias obtenidas por cada uno de los grupos tanto al principio como al final del curso se especifican mediante la figura 1.

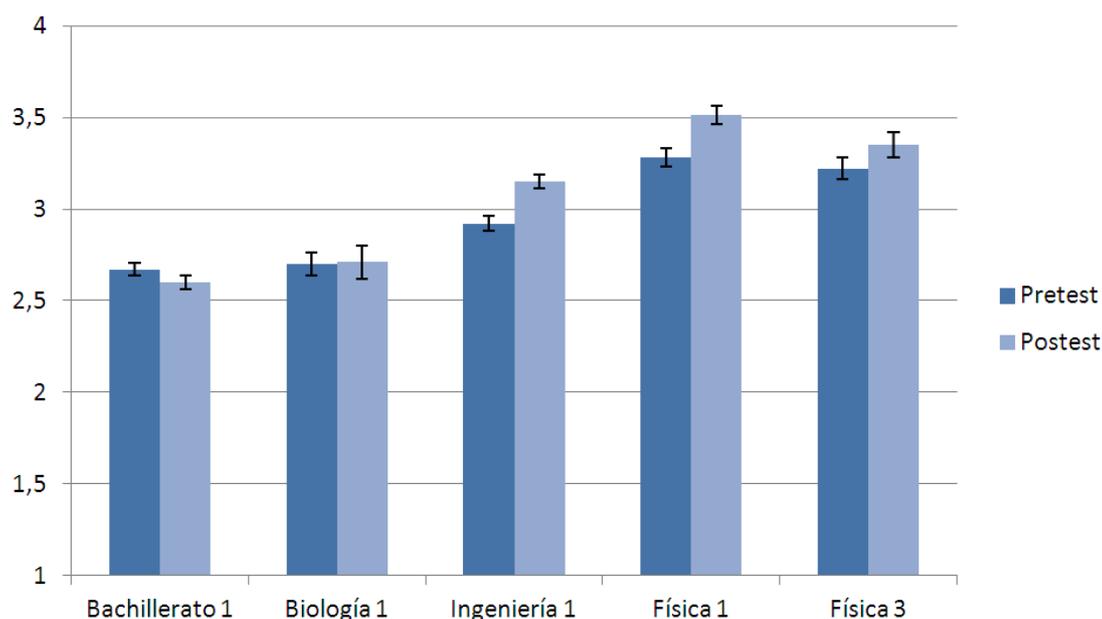


Figura 1. Medias de las actitudes hacia la física en las dos fases del curso.

En la situación de partida, los grupos analizados han mostrado actitudes positivas (medias superiores a los 2,5 puntos) pero diferentes entre sí. Por un lado están los estudiantes de bachillerato y biología (grupos estadísticamente parecidos con $p > 0.5$) que muestran medias ligeramente positivas. Los estudiantes de ingeniería muestran actitudes más positivas que los anteriores grupos, pero son los estudiantes de primero y tercero de física los que mejores actitudes poseen, siendo estos grupos estadísticamente parecidos ($p > 0.1$).

El cuarto enunciado es un claro ejemplo de esas actitudes positivas que se han descrito debido a que ha sido el enunciado mejor valorado de todo el trabajo y cuyos resultados se visualizan en la tabla 2.

Tabla 2. Medias y desviaciones típicas del enunciado número 4 en la situación de partida.

Enunciado nº 4: creo que la física es un adecuado recurso para entender la naturaleza.	Bachill.		Biología 1		Ingen. 1		Física 1		Física 3	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
Resultados en el pretest	2,76	0,75	2,9	0,73	3,05	0,76	3,68	0,56	3,58	0,51

Los resultados obtenidos a finales del curso manifiestan que la instrucción ha sido especialmente beneficiosa en los estudiantes de primer curso de ingeniería y física, donde las medias en sus actitudes han aumentado 0,23 puntos. Por ello, se ha logrado que esas mejoras sean estadísticamente significativas ($p < 0.001$ en el caso de los estudiantes de ingeniería y $p < 0.005$ en el caso de los estudiantes de primero de física), mientras el resto de grupos no cambia sus actitudes de forma significativa.

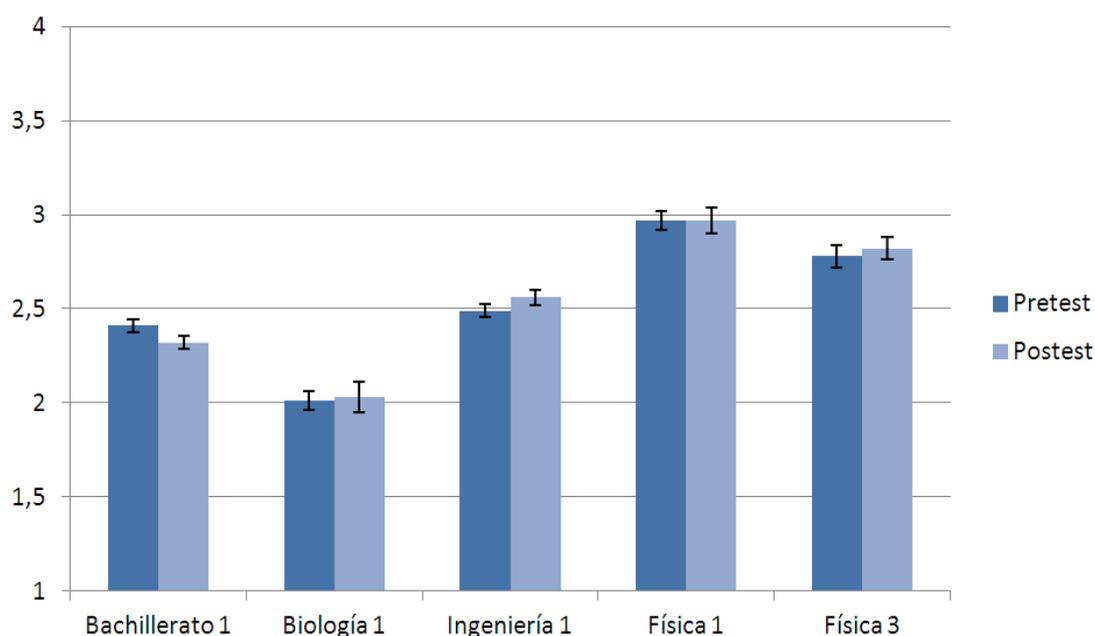
Comparando los datos del posttest con los del pretest, se obtiene que el primer enunciado es un buen ejemplo de los resultados obtenidos. Estos resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Medias y desviaciones típicas del enunciado número 1 en distintas etapas del curso escolar.

Enunciado n° 1: la física es útil en el día a día, solucionando por ejemplo problemas del entorno	Bachill.		Biología 1		Ingen. 1		Física 1		Física 3	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
Resultados en el pretest	2,71	0,80	2,48	0,85	2,81	0,81	3,16	0,54	3,09	0,81
Resultados en el postest	2,65	0,85	2,76	0,80	3,19	0,75	3,54	0,61	3,25	0,87

Se observa que la instrucción es especialmente beneficiosa en los grupos de primero de física e ingeniería en hacerles ver lo útil que puede ser la física solucionando los problemas del entorno, con un aumento de 0,38 puntos en cada uno de los grupos. En el bachillerato, en cambio, la tendencia ha sido contraria a la encontrada en la universidad debido a los descensos en las puntuaciones de la mayoría de los enunciados.

Por otro lado, tal y como se ha indicado previamente los resultados relacionados con las motivaciones del alumnado proceden de los últimos 6 enunciados del cuestionario. En esta primera parte, se pretende comprobar cuánto influye la instrucción en las motivaciones del alumnado mediante los datos del postest. Las medias obtenidas por cada uno de los grupos se especifican mediante la figura 2.

**Figura 2.** Medias de las motivaciones hacia el aprendizaje de la física en las dos fases del curso.

En la situación de partida, los grupos analizados han mostrado grados de motivación muy diversos hacia el aprendizaje de la física. Por un lado están los grupos más motivados como los estudiantes de primer y tercer curso de física con medias superiores al valor medio de 2,5 puntos. Los estudiantes de bachillerato e ingeniería están cerca del valor medio aunque se encuentren ligeramente por debajo (siendo estadísticamente parecidos con $p > 0,05$). Por último, los estudiantes de biología muestran un nivel de motivación bajo e inferior al resto.

El grado de motivación se ha medido en parte con enunciados de carácter más extrínseco, y por otra parte con otros enunciados de carácter más intrínseco que han conducido a las

medias expresadas en la figura 2. Los resultados de los enunciados número 11 (relacionado con la motivación intrínseca) y 9 (relacionada con la motivación extrínseca) que se visualizan en la tabla 4 son ejemplos que ilustran cada tipo de motivación.

Tabla 4. Medias y desviaciones típicas de enunciados que miden las motivaciones en la situación de partida (pretest).

Enunciados	Bachill.		Biología 1		Ingen. 1		Física 1		Física 3	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
Nº 11: suelo estar al tanto de las noticias divulgativas (mediante la radio, televisión, redes sociales...) de la física que proporcionan las instituciones (Elhuyar, ESA, CERN, NASA...).	1,62	0,77	1,65	0,76	1,90	0,87	2,68	0,87	2,42	0,88
Nº 9: estudio física porque creo que será de gran utilidad fuera del colegio/universidad.	2,92	0,87	2,03	0,77	3,01	0,84	3,47	0,74	3,01	1,00

Dentro de la dimensión de motivaciones por el aprendizaje de la física, los enunciados de carácter más extrínseco se encuentran entre los más valorados en cada grupo, siendo el enunciado número 9 el mejor valorado para los grupos de primero de Física, Ingeniería y Bachillerato. En cambio, los enunciados cuyo objetivo es medir el grado de motivación intrínseca de los estudiantes han sido los peor valorados de todo el trabajo. Únicamente el grupo de primero de física está por encima del valor medio de 2,5 puntos.

Por otro lado, los resultados del postest en cuanto a las motivaciones del alumnado ofrecen la posibilidad de entender la influencia que puede tener la instrucción. Volviendo a la figura 2, se observa que la instrucción no ha ayudado en la mejora de las motivaciones, donde los cambios que han surgido no han sido significativos en ninguno de los grupos que se han analizado ($p > 0.05$). Uno de los ejemplos de este hecho se da en el décimo enunciado, cuyos resultados se visualizan mediante la tabla 5:

Tabla 5. Medias y desviaciones típicas del enunciado número 10 en distintas etapas del curso escolar.

Enunciado nº 10: no me siento tranquilo hasta entender los fundamentos físicos de los aparatos que suelo utilizar.	Bachill.		Biología 1		Ingen. 1		Física 1		Física 3	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
Resultados en el pretest	1,87	0,83	1,74	0,84	2,16	0,93	2,63	0,84	2,37	0,83
Resultados en el postest	1,88	0,91	1,78	0,85	2,15	0,89	2,54	0,66	2,42	0,77

El género

El análisis de las actitudes y de las motivaciones dependientes de la variable género puede proporcionar información no solo de las posibles diferencias entre hombres y mujeres hacia el aprendizaje de la física, sino también información de cómo evolucionan esas actitudes con la instrucción en cada etapa. Por un lado, las medias relacionadas con las actitudes se pueden observar mediante la figura 3.

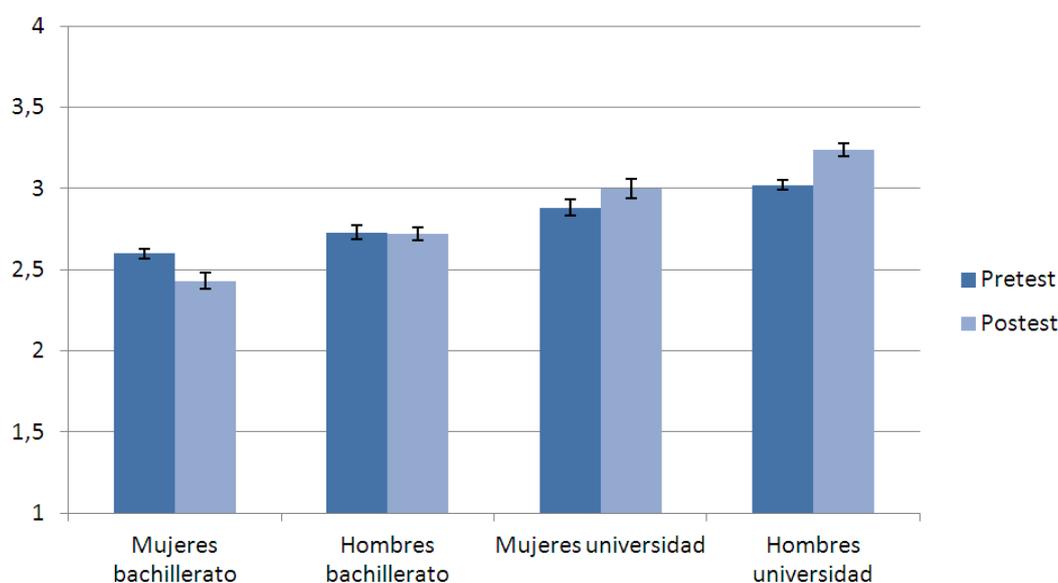


Figura 3. Medias de las actitudes de la física dependiendo del género en las dos fases del curso.

En la situación de partida hay 0,13 puntos de diferencia entre géneros en el bachillerato y 0,14 puntos de diferencia en la universidad, lo que implica que las diferencias estadísticamente significativas existen en ambas etapas (siendo $p < 0.01$ en el bachillerato y $p < 0.05$ en la universidad).

Con los resultados recogidos en el post-test, las diferencias en cuanto al género han aumentado como se puede comprobar en la figura 3, siendo la instrucción más favorable para el género masculino en ambas etapas. Además, se ha comprobado que el descenso que se ha medido previamente en las actitudes de los estudiantes de bachillerato procede exclusivamente del género femenino, con un descenso significativo ($p < 0.01$) de 0,17 puntos.

El segundo enunciado ilustra los datos obtenidos en el bachillerato (ver tabla 6).

Tabla 6. Medias y desviaciones típicas del enunciado número 2 en distintas etapas del curso escolar.

Enunciado n° 2: me parece importante debatir temas actuales y buscarles una solución mediante la física.	Mujeres de Bach.		Hombres de Bach.	
	M	DT	M	DT
Resultados en el pretest	2,57	0,74	2,76	0,84
Resultados en el posttest	2,33	0,78	2,72	0,83

Tal y como se ha mostrado en la figura 3, mientras en los hombres hay un pequeño descenso (estadísticamente no significativo) en sus valoraciones de final de curso, las valoraciones de las mujeres descienden considerablemente. De este modo, las diferencias de género aumentan con la instrucción y en este enunciado la diferencia llega a ser de 0,39 puntos. En cambio, el primer enunciado es un buen ejemplo de los estudiantes de universidad (ver la tabla 7).

Tabla 7. Medias y desviaciones típicas del enunciado número 1 en distintas etapas del curso escolar.

Enunciado n° 1: La física es útil en el día a día, solucionando por ejemplo problemas del entorno	Mujeres de Univ.		Hombres de Univ.	
	M	DT	M	DT
Resultados en el pretest	2,78	0,83	2,87	0,80
Resultados en el posttest	2,98	0,86	3,28	0,73

Se observa que aunque las mejoras ocurran en ambos géneros, el masculino sale especialmente beneficiado de la instrucción con un aumento de 0,41 puntos frente a los 0,20 puntos del género femenino. Por lo tanto, al igual que en el bachillerato, las diferencias de género también han aumentado en la universidad con la instrucción.

Por otro lado, a continuación se presentan los resultados relacionados con las motivaciones de ambos géneros. Las medias obtenidas por cada uno de los grupos se especifican mediante la figura 4.

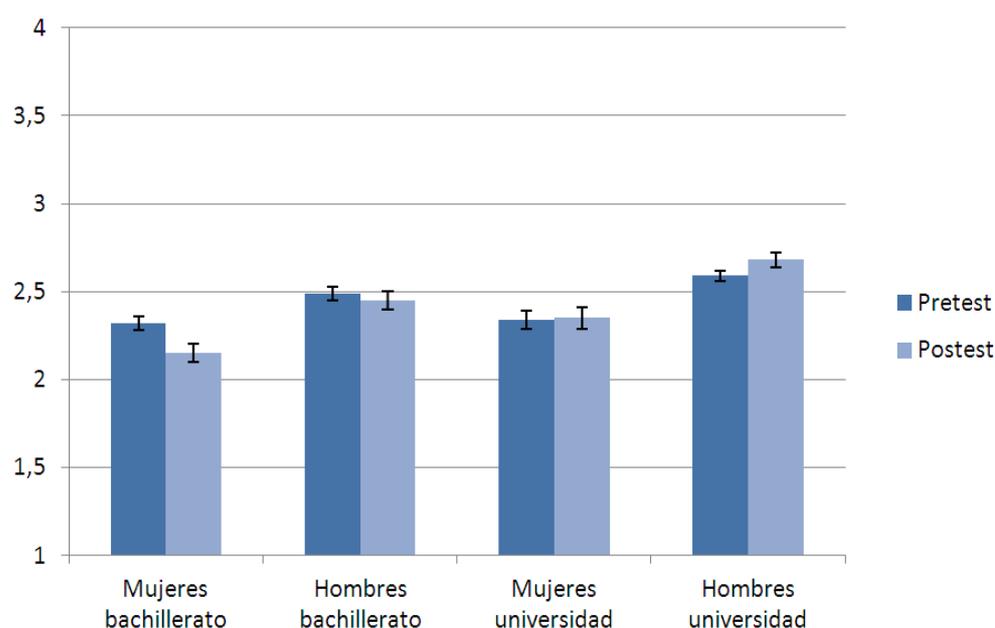


Figura 4. Medias de las motivaciones hacia el aprendizaje de la física dependiendo del género en las dos fases del curso.

El diagrama de barras muestra que las diferencias en las motivaciones hacia el aprendizaje de la física en relación al género son grandes en la situación de partida, con diferencias de 0,17 puntos en el bachillerato y 0,24 puntos en la universidad. Asimismo, se ha calculado que estas diferencias son estadísticamente significativas en ambos casos ($p < 0.001$).

Con los datos recogidos en el post-test se obtiene que la instrucción afecta más positivamente en ambas etapas al género masculino. De todos modos, la mayoría de los cambios en las motivaciones no han sido estadísticamente significativos (ni las mejoras en la etapa universitaria, ni el ligero empeoramiento de los hombres de bachillerato). Contrariamente, la excepción está en las mujeres de bachillerato con un descenso de 0,17 puntos y que sí ha sido significativo ($p < 0.01$).

Los resultados del noveno enunciado que se muestran mediante la tabla 8 ayudan a entender la evolución de las motivaciones del alumnado dependiendo del género.

Tabla 8. Medias y desviaciones típicas del enunciado número 9 en distintas etapas del curso escolar.

Enunciado nº 9: estudio física porque creo que será de gran utilidad fuera del colegio/universidad.	Muj. Bach.		Homb. Bach.		Muj. Univ.		Homb. Univ.	
	M	DT	M	DT	M	DT	M	DT
Resultados en el pretest	2,78	0,88	3,05	0,84	2,61	1,00	3,02	0,90
Resultados en el posttest	2,50	0,94	2,88	0,92	2,60	0,87	3,14	0,85

Se observa en la tabla 8 que en la Universidad este enunciado está mejor valorado por los hombres (por una diferencia de 0,41 puntos). Respecto a la evolución de este enunciado en la Universidad, también se observa que ha habido un aumento de 0,13 puntos en la diferencia entre hombres y mujeres respecto de la situación de partida, dejando una brecha total de 0,54 puntos entre géneros. En el Bachillerato, la valoración de este enunciado ha bajado 0,20 puntos debido en gran parte a las puntuaciones del género femenino, lo que está de acuerdo con los resultados globales que se visualizan mediante la figura 4.

Discusión y conclusiones

Mediante este estudio se ha tratado de entender la relación entre las actitudes y motivaciones de los estudiantes hacia el aprendizaje de la física, así como de la influencia que tienen el género y la instrucción habitual. El estudio no pretende obtener resultados para la generalidad de los estudiantes de Bachillerato o Universidad, sino que se centra en estudiantes que han elegido una opción científico-técnica en el Bachillerato y en estudiantes de grados de ciencias e ingeniería. En relación a la primera pregunta de investigación, los resultados de los enunciados relacionados con las actitudes que poseen los estudiantes indican que estos evolucionan de manera diferente dependiendo de la etapa en la que se encuentran. En el Bachillerato se observan ligeros descensos en las actitudes hacia la física, mientras en la universidad los estudiantes tienden a mejorarla. Esta mejora es estadísticamente significativa en los cursos de ingeniería y de primero de física con una influencia positiva de la instrucción. Se puede concluir que el nivel educativo en que están los estudiantes tiene una influencia decisiva para entender cómo evolucionan sus actitudes hacia la física.

Los resultados del posttest acerca de las motivaciones de los estudiantes hacia el aprendizaje de la física nos conducen a la conclusión de que la instrucción habitual en el sistema educativo español, descrita en el apartado *participantes*, no consigue un aumento de las motivaciones ya que éste se mantiene constante después de la instrucción, con ninguna diferencia estadísticamente significativa encontrada. En otros estudios (Tébar y Ruiz-Gallardo 2015) donde la instrucción no se basaba en la enseñanza habitual de ciencias, se obtuvo que los resultados del grupo experimental eran significativamente mejores que los del grupo de control en cuanto a los conocimientos obtenidos. De todos modos, en ninguno de los grupos se obtuvo un cambio en las motivaciones, lo que evidencia la dificultad de obtener un aumento en las motivaciones de los estudiantes. Koballa y Glynn (2007) propusieron que para mejorar las motivaciones habría que tener en cuenta la influencia que las actitudes pudieran

tener, aunque no especificaron en su trabajo en qué medida afectarían las actitudes en las motivaciones. En este estudio se aporta información novedosa sobre esta influencia, ya que los resultados indican que una instrucción habitual (basada en clases magistrales) no aumenta la motivación de los estudiantes en general, ni siquiera en los niveles educativos donde las actitudes sí mejoraban significativamente mediante la instrucción habitual. El estudio muestra evidencias empíricas de que “las actitudes” y “motivaciones” no son lo mismo y no se puede establecer una relación de identidad o directa, aunque estén relacionadas. No necesariamente un aumento positivo de la actitud hace aumentar las motivaciones, o viceversa.

En relación a la variable género, los resultados de la situación de partida indican que las diferencias entre géneros son significativas antes de la instrucción habitual. Los enunciados sobre actitudes y motivaciones son mejor valorados por parte del alumnado masculino independientemente de la etapa en la que se encuentren. La información más novedosa del estudio en cuanto a la variable género proviene, en cambio, de la evolución que ha ocurrido por parte de cada género durante el curso. En la universidad, los resultados indican que las actitudes y motivaciones hacia la física aumentan en ambos casos pero en mayor medida en los hombres. Por otro lado, en el Bachillerato, no se debe de olvidar el hecho de que las actitudes y motivaciones han disminuido en esta etapa durante el curso. Con el análisis del factor género se puede concluir que ese descenso proviene casi exclusivamente del género femenino. El enunciado peor valorado por las mujeres de Bachillerato después de la instrucción consiste en su percepción de que el estudio de la física será de gran utilidad fuera del colegio (enunciado número 9). Estos resultados están de acuerdo con las conclusiones del estudio de Solbes (2011, p. 60), quien tras unos resultados también negativos por parte de las mujeres en el bachillerato, afirma que «aunque estas valoraciones y concepciones negativas no tienen por qué conducir forzosamente a una determinada conducta, como el abandono de los estudios científicos, es muy probable que afecten a ella». En ambas etapas, se obtiene no sólo que la diferencia de géneros sigue existiendo, sino que la instrucción habitual de la física favorece más a los hombres que a las mujeres en cuanto a las actitudes y motivaciones hacia el aprendizaje de la física, aumentando la diferencia ya existente. Consecuentemente, se ha observado que la muestra de este trabajo en la Universidad está compuesta en dos tercios de alumnado masculino frente a un tercio de alumnado femenino, apoyando las conclusiones de Solbes y del estudio de De la Rica y Sánchez (2013) acerca de las diferencias de género de la ciudadanía sobre la percepción general de la Ciencia y la Tecnología.

Las evidencias empíricas sobre la falta de motivación de los estudiantes hacia la física en el Bachillerato y especialmente en el caso de las mujeres, sugieren la baja elección de estudios científicos entre los futuros estudiantes universitarios y, advierten sobre un futuro poco halagüeño para un país que apueste por la Ciencia y la Tecnología. Será necesario investigar en mayor profundidad el modo en que la variable *instrucción* y las estrategias de enseñanza diferentes de la habitual, pueden afectar a las motivaciones. Este conocimiento vendría a complementar el estudio realizado y será objeto de nuestras próximas investigaciones.

Referencias bibliográficas

- Adams, W.K., Perkins, K.K., Podolefsky, N.S., Dubson, M., Finkelstein, N.D. y Wieman, C.E. (2006). New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2 (1), 010101.
- Bain, K. (2006). *Lo que hacen los mejores profesores de universidad*. Valencia: Universitat de València. Servei de publicacions.

- Bye, D., Pushkar, D. y Conway, M. (2007). Motivation, interest, and positive affect in traditional and nontraditional undergraduate students. *Adult Education Quarterly*, 57 (2), 141-158.
- Catalán, V. G. (2008). Las actitudes en la educación científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66.
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York: Routledge.
- De la Rica, S. y Sánchez de Madariaga, I. (2013) Diferencias de género en la percepción social de la ciencia y tecnología. En Fundación Española para la Ciencia y Tecnología FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2012*, 69-90.
- Kimura, D. (1992). Cerebro de varón y cerebro de mujer. *Investigación y Ciencia*, 194, 77-84.
- Koballa, T. R. y Glynn, S. M. (2007). Attitudinal and motivational constructs in science learning. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, 75-102. New York: Routledge.
- Ng, K. T., Lay, Y. F., Areepattamannil, S., Treagust, D. F. y Chandrasegaran, A. L. (2012). Relationship between affect and achievement in science and mathematics in Malaysia and Singapore. *Research in Science & Technological Education*, 30 (3), 225-237.
- Osborne, J., Simon, S. y Collins, S. (2003) Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education* 25, 1049-1079.
- Osborne, J. y Dillon, J. (2007). Research on Learning in informal contexts: Advancing the field? *International Journal of Science Education*, 29 (12), 1441-1445.
- Parkinson, J., Hendley, D., Tanner, H. y Stables, A. (1998). Pupils' attitudes to science in key stage 3 of the national curriculum: A study of pupils in South Wales. *Research in Science & Technological Education*, 16 (2), 165-176.
- Perales, F. J., García, J. A., Huertas, R. y Gómez-Robledo, L. (2013). Imagen de la Física universitaria: el punto de vista del profesor y del alumno. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 131-153.
- Petty, R. E. y Cacioppo, J. T. (1981). *Attitude and persuasion: Classic and contemporary approaches*. Dubuque: Wm. C. Brown Company Publishers.
- Potter, J. y Wetherell, M. (1987). *Discourse and social psychology: beyond attitudes and behaviour*. London: Sage Publications.
- Redish, E.F., Saul, J.M. y Steinberg, R.N. (1998). Students expectation in introductory Physics. *American Journal of Physics*, 66, 212-215.
- Simpson, R.D., Koballa, Jr., T.H., Oliver, J.S. y Crawley F.E. (1994). Research on the affective dimension of Science Learning. En D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, 211-234. New York: McMillan Publishing Company.
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17 (67), 53-61.
- Suárez, N. R. (2012). La revolución en la toma de decisiones estadísticas: el p-valor. *Telos*, 14 (3), 439-446.

- Tébar, M. G. y Ruiz-Gallardo, J. R. (2015). Influencia de *Concept Cartoons* en la motivación y resultados académicos de los estudiantes. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), 419-440. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/17600>
- Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., Blais, M. R., Briere, N. M., Senecal, C. y Vallieres, E. F. (1992). The academic motivation scale: A measure of intrinsic, extrinsic, and amotivation in education. *Educational and Psychological Measurement*, 52 (4), 1003-1017.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5 (3), 274-292.
- Vázquez, A. (2013). Educación: percepción social de la ciencia en jóvenes y su relación con las vocaciones científicas. En Fundación Española para la Ciencia y Tecnología FECYT, *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2012*, 25-68.
- Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2015). La elección de estudios superiores científico-técnicos: análisis de algunos factores determinantes en seis países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 264-277. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/17251>
- Whitehead, J. M.(1996). Sex stereotypes, gender identity and subject choice at A level. *Educational Research*, 38, 147-160.

Anexo I

Mediante este cuestionario se desean estudiar las actitudes y motivaciones del alumnado respecto a la física y su aprendizaje. Debe saberse que el número 4 expresa el estar totalmente de acuerdo con lo expuesto, y el 1 en cambio, el estar en total desacuerdo.

Centro: _____ Curso: _____ Sexo:

H		M	
---	--	---	--

1. La física es útil en el día a día, solucionando por ejemplo problemas del entorno.

1	2	3	4
---	---	---	---

2. Me parece importante debatir temas actuales y buscarles una solución mediante la física.

1	2	3	4
---	---	---	---

3. La física es parte de nuestra cultura, y como tal, todos deberíamos conocerla.

1	2	3	4
---	---	---	---

4. Creo que la física es un adecuado recurso para entender la naturaleza.

1	2	3	4
---	---	---	---

5. La historia de la civilización va unida al conocimiento y desarrollo de la física.

1	2	3	4
---	---	---	---

6. Me gustan los problemas de la física y en especial, buscar soluciones hasta lograr un resultado que tenga el nivel que me convenza.

1	2	3	4
---	---	---	---

7. Me gustan en especial los problemas físicos que requieren de mucha matemática.

1	2	3	4
---	---	---	---

8. Leer acerca de los temas de clase (bien sea en libros, artículos...), ayuda a entender los conceptos.

1	2	3	4
---	---	---	---

9. Estudio física porque creo que será de gran utilidad fuera del colegio/universidad.

1	2	3	4
---	---	---	---

10. No me siento tranquilo hasta entender los fundamentos físicos de los aparatos que suelo utilizar.

1	2	3	4
---	---	---	---

11. Suelo estar al tanto de las noticias divulgativas (mediante la radio, televisión, redes sociales...) de la física que proporcionan las instituciones (Elhuyar, ESA, CERN, NASA...).

1	2	3	4
---	---	---	---