

9

ESTUDIO DE LAS MOTIVACIONES DE LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA DE FÍSICA Y QUÍMICA Y LA INFLUENCIA DE LAS METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA EN SU INTERÉS

(STUDY OF THE MOTIVATIONS OF SECONDARY STUDENTS OF PHYSICS AND CHEMISTRY AND THE INFLUENCE OF THE METHODOLOGIES OF EDUCATION IN THEIR INTEREST)

David Méndez Coca
Centro Universitario Villanueva
Universidad Complutense, Madrid
DOI: 10.5944/educXX1.14602

Cómo referenciar este artículo/How to reference this article:

Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XXI*, 18(2), 215-235, doi: 10.5944/educXX1.14602

Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés [Study of the motivations of secondary students of physics and chemistry and the influence of the methodologies of education in their interest]. *Educación XXI*, 18(2), 215-235, doi: 10.5944/educXX1.14602

RESUMEN

El motivo de la investigación son los resultados de PISA, ya que reflejan que los alumnos de secundaria en España tienen unos bajos resultados de aprendizaje en ciencias y se encuentran desmotivados. Se ha realizado una experiencia didáctica con alumnos del tercer curso de la ESO, de 14 y 15 años. Se han aprovechado los grupos hechos por el centro escolar, que distribuye de forma uniforme a los alumnos. La asignatura en la que nos hemos centrado es la de Física y Química, en concreto en los contenidos de densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Se ha investigado el interés que tienen los alumnos ante la asignatura de Física y sus causas previas a la experiencia con un pretest motivacional. Después se han impartido los contenidos con metodologías diferentes a tres grupos. Un grupo ha seguido la metodología tradicional, otro el aprendizaje cooperativo y otro se le ha explicado mediante el empleo de las TIC por medio de la enseñanza expositiva. Posteriormente se ha realizado un postest motivacional para ver los cambios. Concluimos que los alumnos del grupo cooperativo y del grupo TIC han tenido un cambio motivacional mucho más positivo que los del grupo tradicional.

PALABRAS CLAVE

Motivación; expositivo; tecnologías; aprendizaje cooperativo; tradicional.

ABSTRACT

The motives for this research are the results of PISA, which reflect that the secondary students in Spain achieve low results in science learning and they have a lack of motivation. A teaching experience was carried out with students of the third secondary year, between 14 and 15 years of age. The research has taken advantage of the groups made by the school center, which homogenously distributes the students into three classes. The subject in question was Physics and Chemistry and the contents were density, pressure, volume, temperature and heat. The goal of this research is to measure the interest of the students in Physics and their reasons for the same before the experience with a motivational pretest. Later, the contents were given through different methodologies. One group followed the traditional methodology, another followed cooperative learning and another was explained through the use of technologies (ICT) following exposition teaching. After these classes, a motivational post-test was done to observe the changes. We conclude that the students of the cooperative group and ICT have had a motivational change that is much more positive than that of the traditional group.

KEY WORDS

Motivation; presentation; technologies; cooperative learning; traditional methodology.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación está motivada por los bajos resultados de aprendizaje en ciencias de los alumnos en España (PISA, 2009) y por la actitud que muestran los alumnos de la Unión Europea (UE) que «tienen una actitud positiva frente a la biología en un 57% de los casos, 55% en el caso de las ciencias de la tierra, 42% hacia la Química y 38% hacia la Física» (EURYDICE, 2011, p. 22). En el caso de la termodinámica, algunos autores recogen que «*algunos estudiantes piensan que la termodinámica es una materia difícil y horrible*» (Handoyo, 2007). Es fácil hallarse con varias opiniones de alumnos que manifiestan el limitado interés suscitado por los estudios de las ciencias en la escuela, no logrando despertar ni su curiosidad (Marbá-Tallada y Márquez, 2010), aunque, a veces esta penosa realidad parece vinculada al

hecho de que los profesores imparten las clases con la misma metodología que recibieron cuando ellos eran alumnos (Mellado Jiménez, 1996).

De hecho, los alumnos de 4.º de la ESO manifiestan que la materia de Física y Química es de menor interés que Educación Física, Tecnología, Educación Plástica, Inglés, Matemáticas o Ciencias Sociales (Solbes, 2011), que está equiparada con la Lengua y que es de mayor interés que la Biología, Geología y la Música. En el mismo artículo el autor (Solbes, 2011, p. 60) concluye que «la Física, la Química, la Biología y la Geología son aburridas para el alumnado, difíciles y excesivamente teóricas». No cabe duda que la escasa motivación del alumnado es un obstáculo del que, a veces, también se piensa que solo depende del estudiante (Vázquez *et al.*, 2010).

Para hacer frente a esta situación, se proponen procedimientos diversos. En el contexto europeo se opta por políticas que fomenten el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas (EURYDICE, 2011). En España, en los últimos años se han hecho significativas inversiones en recursos económicos y de personal en la difusión e integración de las nuevas tecnologías en el aprendizaje de aula, logrando que la ratio de alumnos por ordenador pase de 13,4 que era en el año 2002 a 5 por ordenador en el 2010 (INE, 2011).

LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Las ventajas que ofrecen los medios tecnológicos aplicados a la educación se pueden sintetizar en las siguientes (Aguiar y Cuesta, 2009):

1. Influyen en la vida diaria del alumno y están presentes en la educación informal.
2. Estimulan la comunicación y ofrecen múltiples posibilidades de aplicación.
3. Facilitan el desarrollo de la capacidad investigadora de los alumnos.

Cuanto más pasa el tiempo, las ventajas de la aplicación de las nuevas tecnologías en el aprendizaje parecen confirmarse; sin embargo, su práctica en los trabajos del aula no parece corresponderse con los logros que se le atribuyen (Clares y Gil, 2008). Entre las razones que se aducen para este desfase, se suele apuntar a la escasa formación tecnológica del profesorado (Carnoy, 2004). Sin embargo, cada vez crece más la coincidencia de los docentes con los alumnos en manifestar la utilidad de las TIC para el aprendizaje, adquisición de competencias, desarrollo de habilidades y la comprensión de los contenidos educativos (Edmunds, *et al.*, 2012). No obs-

tante, el uso de las TIC en las tareas del aula, exige una previa planificación detallada de actividades, realizada con minuciosidad y compartida con otros profesores de la especialidad y del centro educativo (Vázquez, 2011). El uso de las TIC en las actividades del aula reporta manifiestas ventajas: 1) facilita clases más activas y participativas por parte de los estudiantes (Aguaded-Gómez *et al.*, 2010); 2) experiencias, como la aplicación del LabView, muestran la mejora del aprendizaje estudiantil (Quiñonez, *et al.*, 2006); 3) ayudan a la superación de las concepciones alternativas de los alumnos (Egarievwe, *et al.*, 2000); 4) posibilitan el diseño y elaboración de unidades didácticas mediante el empleo de simulaciones y de laboratorios virtuales (Donnelly, *et al.*, 2011). Por tanto, las TIC, en esta experiencia, deberían producir un cambio positivo en el interés de los estudiantes por la materia, no obstante queremos comprobarlo y, si es así, medir este cambio tan positivo.

EL APRENDIZAJE COOPERATIVO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El aprendizaje cooperativo se ha definido como «pequeños grupos de personas que trabajan juntos como un equipo para resolver un problema, realizar una tarea o llegar a una meta común» (Artz y Newman, 1990, p. 448). Los estudiantes deben colaborar unos con otros para llegar a esas metas (Johnson y Johnson, 1999). No obstante, para llegar a esta interdependencia positiva es necesario un proceso planificado y pensado (Kagan y Kagan, 2009). Esta estrategia se puede realizar de formas diversas dando unos resultados generales de aprendizaje satisfactorios (Stevens y Slavin, 1995). Las características de esta estrategia se pueden resumir en las siguientes (Bará, Domingo y Valero, 2007):

1. Interdependencia positiva: un estudiante piensa que no puede tener éxito si los restantes componentes del grupo no lo logran y viceversa.
2. Interacción positiva: los estudiantes se ayudan mutuamente explicándose los contenidos o problemas unos a otros.
3. Exigibilidad individual / responsabilidad personal: el profesor debe asegurarse de que se evalúen los resultados de cada estudiante.
4. Habilidades cooperativas para el funcionamiento efectivo del grupo: capacidades como el liderazgo, la toma de decisiones, saber generar confianza...
5. Autoanálisis del grupo: discusión dentro del grupo para saber en qué grado se están logrando los objetivos.

También se han realizado, con este procedimiento, algunas experiencias en Física: se han hecho comparaciones en el campo motivacional de una estrategia de aprendizaje cooperativo como el jigsaw y el modelo de instrucción directa (Hänze y Berger, 2007). Se cuenta con recientes investigaciones que han estudiado la eficiencia de diferentes metodologías de enseñanza (Marusic y Slisko, 2011): el efecto de la colaboración entre los alumnos a la hora de resolver problemas de Física (Harskamp y Ding, 2006), la aplicación del aprendizaje cooperativo con la ayuda de las nuevas tecnologías (Bell, *et al.*, 2010), el estudio de la eficiencia del aprendizaje cooperativo para resolver algunos problemas de electricidad (Pathak, *et al.*, 2011) y la aplicación de esta estrategia al laboratorio (Olvera, *et al.*, 2009). Además, con esta estrategia se trabajan otros aspectos de capital importancia referidos a las actitudes de solidaridad, igualdad, respeto, diálogo y libertad (Gonzálvez, *et al.*, 2011).

En consecuencia, el aprendizaje cooperativo producirá también un cambio positivo en la motivación. Queremos comprobar esta hipótesis y si el cambio es significativo o no es tan notorio. En este caso hay que tener en cuenta que la materia de Física es una de las más difíciles del curso, esto suele producir en los estudiantes de secundaria una desmotivación, por tanto podría ser más complejo este cambio motivacional en esta materia que en otras.

METODOLOGÍA

Se midió la motivación de los alumnos de 14 y 15 años en una unidad didáctica de Física y Química correspondiente a 3.º de E. S. O. referida a los conceptos: densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Los alumnos estaban distribuidos en tres grupos: uno de 33 que siguió la metodología tradicional (grupo tradicional), otro de 32 que siguió el procedimiento cooperativo de aprendizaje (grupo cooperativo) y otro grupo de 28 alumnos en el que el profesor empleó las nuevas tecnologías (grupo TIC). Estos alumnos habían tenido el curso anterior tres meses de Física en la materia de ciencias naturales y casi dos meses durante este curso en la asignatura de Física y Química. Hay que tener en cuenta un dato importante a la hora de toda la investigación, la asignatura de Física y Química en 3.º de E. S. O. es el único año que es obligatoria, por tanto la cursan todos los alumnos.

Los objetivos de la investigación

1. Comprobar la falta de interés que genera la Física en los alumnos de secundaria.

2. Comparar, si existe, el cambio de motivación ocasionado por los nuevos procedimientos didácticos aplicados.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la investigación son:

1. El test sociométrico BTDA-2 que sirvió de ayuda a la hora de realizar los grupos conociendo el rechazo y aceptación de cada individuo (Moraleda, 1978). Los alumnos tienen que realizar varias elecciones: con qué compañero trabajarían mejor, a quién consideran que es su mejor amigo, con qué alumno trabajarían peor... Esta información ha sido útil a la hora de conformar los grupos para el aprendizaje cooperativo.
2. El test de aptitudes mentales BTDA-2, mide los tipos de inteligencia.
3. Un test motivacional previo.

Tenía cuatro partes: grado de motivación en clase y su rendimiento, potencial motivador de la Física como asignatura, fuentes de motivación y motivos dominantes. La mayoría de preguntas responden a una escala de 1 a 5 que corresponde a «ningún interés» hasta «mucho interés» o de «nada» a «mucho», también existen preguntas abiertas.

El grado de motivación en clase y su rendimiento tienen como objetivo conocer el rendimiento del alumno en el curso pasado, calificando al mismo tiempo el interés, la atención, el esfuerzo por aprender, el grado de dedicación y la satisfacción global obtenida. Algunas cuestiones de interés para las que se solicita la respuesta del alumno, se refieren a la asignatura que más le interesa y la que menos interés le despierta, a la que más atención presta y a la que menos, en la que más se esfuerza y en la que menos, en la asignatura en la que trabaja con mayor constancia y en la que menos.

En la segunda parte del test previo, se trata el potencial motivador de las asignaturas que cursa y de la Física en el contexto de las restantes materias: matemáticas, lengua, inglés, ciencias sociales, Física, Química, tecnología, educación Física, biología y geología y educación plástica y visual. Se especifican algunos aspectos de la asignatura solicitando a los alumnos que manifiesten las razones de la puntuación atribuida a la Física.

En la tercera parte del test, se atiende a las motivaciones sobre la materia de Física, ofreciendo al estudiante la oportunidad de manifestar sus intereses sobre el conocimiento de los fenómenos naturales, de los aparatos

de uso en el contexto familiar y social, además de las características de la Física en comparación con otras asignaturas, los materiales de uso de esta materia, el libro de texto, las cualidades del profesor, etc.

En la cuarta y última parte, el test trata los motivos dominantes para el estudio de la Física: la importancia de la materia de cara al trabajo profesional a desarrollar en el futuro, el interés en conocer la cultura científica y la curiosidad intelectual por el conocimiento de los dispositivos técnicos y conceptos científicos imbricados en el funcionamiento de la comunicación mediática. Esta parte desvelará si los intereses del alumno obedecen a una motivación intrínseca o extrínseca.

4. Un test motivacional final.

Este test se aplicó al final de la experiencia, tenía dos partes que coinciden en gran parte con la primera y la segunda parte del test previo. La primera parte del test final es exactamente igual que la primera parte del test previo, a fin de mostrar si la aplicación de los diferentes procedimientos didácticos afectó a la motivación y al rendimiento.

La segunda parte tiene preguntas idénticas con el fin de seguir contrastando con lo respondido al principio de la experiencia por parte de los alumnos y, tiene preguntas acerca del interés y la atención que han tenido durante las clases de la investigación.

5. La observación del profesor.

El profesor tenía una ficha de observación en la que fue recogiendo una serie de datos: la realización de los ejercicios por parte de los estudiantes, los resultados a preguntas orales diarias y hechos que a su juicio demostraban interés o desinterés.

Se mandaban deberes todos los días, al día siguiente de clase se revisaba si los alumnos habían cumplido con su trabajo y anotaba el porcentaje de alumnos que lo hacían.

Al inicio de la clase, también preguntaba oralmente al 25% de los estudiantes de la clase. Las preguntas eran acerca de los conceptos tratados, solo se aceptaban tres puntuaciones: 1, 0.5 y 0. El profesor anotaba a diario la nota de cada uno y hacía la media de la clase.

Durante la clase, el docente procuraba señalar cuestiones sobresalientes que denotaran una falta de interés o lo contrario. Así, se dieron varios ejemplos como un alumno con varios dibujos en el libro, otro haciendo avio-

nes de papel, otro que hacía una pregunta interesante, otro que conectaba con algún suceso que había aparecido en televisión.

6. Los materiales con los que se iba a desarrollar la explicación de los diferentes conceptos se prepararon el curso anterior: páginas web, aplicaciones en java, ejercicios para resolver individualmente y en grupo, ejemplos ilustrativos, la planificación de cada hora de clase...

Metodologías aplicadas en la investigación

Un grupo siguió la metodología tradicional: el profesor siguió el libro de texto, preguntó asiduamente si existían dudas y las resolvió. No se buscaban clases participativas, únicamente los alumnos leían el libro en voz alta y por turnos que establecía el docente. Además los ejercicios resueltos en clases fueron hechos por el profesor únicamente en la pizarra.

Otro grupo empleó las tecnologías para facilitar el aprendizaje de los estudiantes. El modelo de enseñanza fue el expositivo, partiendo de las ideas previas de los alumnos por medio de un test al efecto que se realizó al principio de la investigación, el profesor desarrolló las explicaciones con la ayuda de páginas de Internet, videos y presentaciones en powerpoint.

Otro grupo siguió el aprendizaje cooperativo. Los alumnos estaban organizados en grupos de tres o cuatro alumnos, cada grupo siempre contaba con un alumno del tercio superior de la clase y otro del tercio inferior según las calificaciones finales del curso pasado. El profesor explicaba hasta quince minutos al inicio de la clase, en ocasiones hizo uso de alguna animación recogida en Internet para la explicación, posteriormente repartía el material a los estudiantes, el resto de la clase era trabajo en grupo que realizaban los estudiantes y el profesor iba de grupo en grupo resolviendo dudas y observando el trabajo que iban realizando los estudiantes.

Procedimientos

Los grupos se constituyeron en el curso de 1.º de ESO —12 y 13 años—, por parte del centro escolar, por tanto esto no era parte de la experiencia sino que venía dado por el centro. El objetivo del instituto era que las clases fueran lo más homogéneas posibles teniendo en cuenta la media final de 6.º y el comportamiento de cada alumno, en 1.º y 2.º de ESO se comprobaron las notas finales y se vieron que no tenían diferencias significativas. Esta es la distribución que seguimos en la investigación. Luego se decidió cuál iba a ser la metodología de enseñanza en cada grupo, teniendo en cuenta determinadas circunstancias: el aula del grupo tradicional no disponía de medios audiovisuales y el procedimiento seguido no los demandó. En cambio, el aula del grupo cooperativo contaba con un equipamiento de recursos didácticos suficiente para el adecuado

funcionamiento del aprendizaje cooperativo. El aula del grupo TIC naturalmente también tenía disponibilidad de medios audiovisuales.

La primera fase de la investigación se dedicó a la preparación de los materiales y al diseño de la unidad didáctica, con la ayuda de la experiencia del mismo profesor que había impartido esa asignatura en los ocho años precedentes. Fueron útiles las páginas de Internet y las animaciones programadas en «java», además de las consultas abiertas practicadas con otros profesores de la materia. Se elaboró un test de ideas previas con la ayuda de expertos universitarios, profesores del centro escolar y con ayuda de la bibliografía existente (Driver *et al.*, 1989). Se diseñaron los test motivacionales con la ayuda de los mismos profesores.

Al principio de la experiencia en el aula, los estudiantes de los tres grupos realizaron el test de ideas previas y el test previo motivacional.

Durante las clases, el profesor tomó nota en su ficha de observación de la actitud de los alumnos, del trabajo diario y del aprendizaje de los alumnos a través de preguntas orales.

Al concluir el período dedicado a la explicación, se cumplimentó el test final de motivaciones y se realizó una evaluación de los contenidos, aunque en este estudio nos centraremos en el aspecto motivacional.

RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

Hay un requisito previo a la investigación, comprobar la homogeneidad de los tres grupos que van a tomar parte en la experiencia: tradicional, cooperativo y TIC. Se van a mostrar los datos sobre las capacidades intelectuales de los estudiantes y la motivación previa que tienen ante la asignatura de Física, se muestran los datos de cada grupo.

Homogeneidad de los grupos: Datos del test de inteligencia:

Tabla 1

Datos sobre las capacidades intelectuales de los grupos de alumnos

Grupo	Inteligencia general	Razonamiento abstracto	Aptitud verbal	Aptitud numérica	Aptitud espacial
Tradicional	56,2+21,0	58,8+27,0	58,3+24,2	59,1+23,8	59,3+30,3
Cooperativo	56,8+21,0	57,5+25,3	58,9+18,5	59,3+22,9	59,1+24,5
TIC	49,7+20,8	41,3+27,7	55,6+24,5	50,4+21,5	60,1+26,8

El análisis de varianza no revela diferencias notorias: el valor de la F de Snedecor resulta ser 0,003, para un 1% de nivel de significatividad el valor es de 0,01. Además si realizamos el análisis según la χ^2 , tampoco nos dan unas diferencias significativas: el valor es 7,64, para que sea significativo al nivel del 5% tendría que ser 15,507. Estos datos reflejan que los grupos eran homogéneos si nos fijamos en una de las variables más importantes, la inteligencia. No obstante, al ser un estudio motivacional hay que considerar el interés previo por la asignatura de Física para ver si también desde ese punto de vista se puede asegurar la homogeneidad.

Al ser un estudio motivacional, tenemos que ver cuál es el interés por las asignaturas en relación con las otras del curso. En cuanto al interés que les suscitaba cada una de las materias del curso, los alumnos tenían que calificar de 1 a 5 el interés por cada materia, siendo 1 poco interés y 5 mucho interés, los datos son:

Tabla 2

Datos acerca del interés de las asignaturas en cada grupo en el test previo motivacional

	Tradicional	Cooperativo	TIC
Matemáticas	4,03	3,53	4,03
Lengua	3,97	3,56	3,93
Inglés	4,25	3,38	3,57
Geografía	4,47	2,97	3,80
Física	3,44	3,19	3,63
Química	3,31	3,12	3,37
Tecnología	3,66	3,25	3,53
Ed. Física	3,22	3,59	3,27
Biología	3,50	3,53	3,40
Dibujo	3,47	3,34	3,03

Al realizar el análisis según la χ^2 , nos da un valor de 5.705 para el grupo Tic y 18.169 para el grupo cooperativo por la gran diferencia existente en la asignatura de Geografía. De hecho las demás materias darían un valor de 8.102, el valor para un nivel de significatividad del 5% es 16.919; en consecuencia es significativa la diferencia para el grupo cooperativo principalmente debido a la Geografía, por tanto con respecto a la investigación que estamos llevando a cabo no son diferencias que incidan de una forma nuclear en el interés por la Física. De hecho, si

excluyéramos la Geografía no habría en ninguno de los dos casos diferencias significativas con respecto al grupo tradicional. En la asignatura de Física, el interés es similar aunque existen algunas diferencias, en el grupo tradicional y en el grupo cooperativo es la 8.^a asignatura en interés para los estudiantes, mientras que para los del grupo Tic es la 4.^a que interesa más.

Con estos parámetros estudiados, se observan ligeras diferencias lógicamente pero no son estadísticamente significativas.

Interés de los alumnos de secundaria por la Física

Del test previo de motivación realizado por los alumnos, descrito ya en la metodología, se deducen algunos datos sobre los aspectos generales de la investigación y sobre las materias que más o menos les interesan. En este caso se muestran los resultados sobre el interés, atención, esfuerzo y constancia, que los tres grupos expresaron respecto de la Física.

Tabla 3

Porcentaje de alumnos que manifiestan un mayor o menor interés, atención, esfuerzo y constancia por la Física

	Tradicional	Cooperativo	TIC
Interés	11 %	9 %	0 %
Menos interés	12 %	8 %	6 %
Atención	0 %	17 %	0 %
Menor atención	0 %	0 %	0 %
Esfuerzo	21 %	9 %	7 %
Menos esfuerzo	7 %	0 %	0 %
Constancia	5 %	0 %	17 %
Menor constancia	0 %	14 %	0 %

Según los resultados obtenidos en el test previo de motivación, la Física es una materia que suscita escasas preferencias de elección, salvo en el esfuerzo. Ocupa un lugar bastante retrasado respecto de la lengua y las matemáticas. No es de las asignaturas que llamen la atención.

En la cuestión siguiente se demanda a los alumnos investigados su interés en relación con los factores que influyen en la enseñanza de la materia de Física.

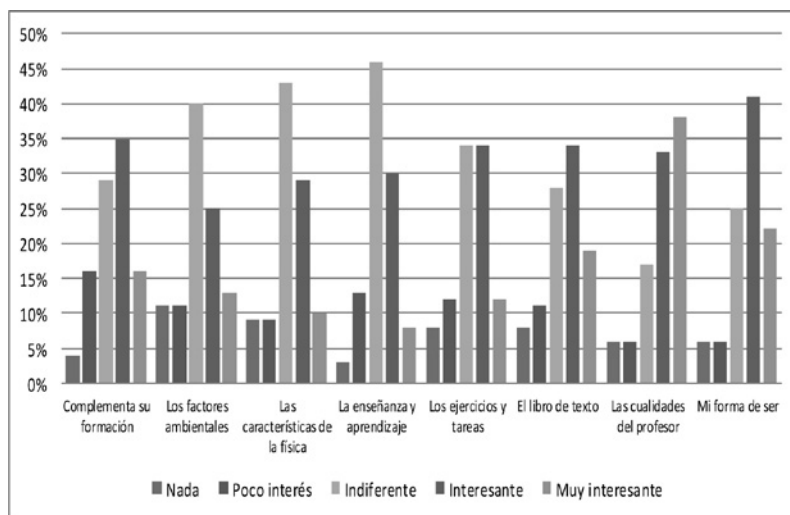


Figura 1. Fuentes de motivación de la materia de Física

La Figura 1 muestra, con la elocuencia de los resultados obtenidos, las características relevantes que atribuyen a la materia de Física y satisfacen a casi la mitad de los alumnos del curso. No es una materia que desagrada por el material que se emplea en su enseñanza o por las tareas encomendadas en esta asignatura.

El tercer asunto presentado sobre la materia de Física les interpela sobre el impulso motivador de los contenidos a tratar y en la motivación extrínseca.

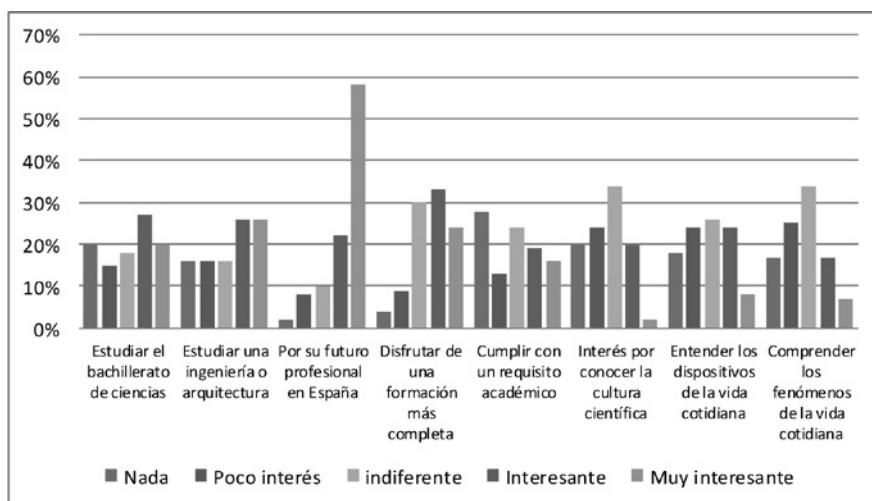


Figura 2. Motivos dominantes en el estudio de la Física

Vincular el estudio de la Física con la comprensión de la naturaleza o con los dispositivos de uso frecuente en la sociedad actual no llama la atención a más de un 40% de los alumnos. El interés por la Física se enlaza con estudios superiores de ciencias casi en un 50% de los alumnos. Por consiguiente, la Física es una materia que motiva con más intensidad de forma extrínseca que no intrínseca.

La observación del profesor durante la experiencia

El profesor, como hemos referido antes, fue tomando notas de lo que pasaba en el aula. Los resultados de todas estas observaciones se muestran en la tabla 4. Los resultados son recogidos a partir de la revisión diaria de los ejercicios, de preguntas orales realizadas al inicio de la clase en cada grupo y de valoraciones del profesor. La revisión de los ejercicios se realizaba al inicio de la clase, el docente apuntaba los alumnos que habían realizado los ejercicios y los que no los habían hecho, por tanto era una revisión de los cuadernos de trabajo de los estudiantes.

Tabla 4

Aspectos reseñables de la observación del profesor en el aula

Metodología	Respuestas correctas	Falta de ejercicios	Sensación
Tradicional	24%	21%	De aburrimiento.
Cooperativo	62%	18%	Atención y aprovechamiento del tiempo.
TIC	63%	24%	Atención. Tedio al final de la clase.

No es significativa la falta de ejercicios, sin embargo sí que es significativo el porcentaje de respuestas correctas aunque este no es un estudio acerca del aprendizaje que han logrado los estudiantes. Además, la sensación del profesor está basada en los hechos que va observando el docente durante la experiencia, por ejemplo algunos estudiantes del grupo tradicional hicieron durante la clase algunos aviones de papel y dibujos en el libro de texto. Por tanto, la sensación tiene su parte de subjetividad pero también de hechos objetivos que han ocurrido en el aula.

Relación entre los cambios motivacionales y los procedimientos didácticos aplicados

Al terminar la experiencia, aplicadas las diferentes metodologías, la observación se centró en la posible existencia de cambios en el interés suscitado por la Física. Se comenzó por los datos referidos a la Física como materia que provoca más o menos interés, atención, esfuerzo y constancia.

Tabla 5
Comparación del aspecto motivacional de la Física antes y después de la experiencia

	Tradicional		Cooperativo		TIC	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Interés	11 %	11 %	9 %	35 %	0 %	20 %
Menor interés	12 %	25 %	8 %	6 %	6 %	5 %
Atención	0 %	16 %	17 %	68 %	0 %	37 %
Menor atención	0 %	23 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Esfuerzo	21 %	13 %	9 %	45 %	7 %	43 %
Menos esfuerzo	7 %	25 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Constancia	5 %	20 %	0 %	32 %	17 %	38 %
Menor constancia	0 %	31 %	14 %	0 %	0 %	0 %

Son obvios los cambios producidos en los alumnos del grupo cooperativo y TIC: a la Física le prestan mayor atención, se esfuerzan más y tienen mayor constancia, además de crecer mucho el interés por esta materia. Los alumnos del grupo tradicional aumentan su atención y su constancia por la materia pero disminuye su interés y su esfuerzo. Esta tendencia se refuerza si se observa de manera específica el interés por la materia de Física y lo comparamos con las otras asignaturas del curso, como se ofrece en los resultados de la tabla que sigue. En las demás asignaturas también se pasó un breve test para que evaluaran estos ítems antes y después de la experiencia de Física.

Tabla 6

Comparación del potencial motivador de las materias del curso antes y después de la experiencia

Asignaturas	Tradicional		Cooperativo		TIC	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Matemáticas	4,03	3,76	3,53	3,59	4,03	3,67
Lengua	3,97	3,48	3,56	3,79	3,93	3,67
Inglés	4,25	3,17	3,38	3,17	3,57	2,96
Geografía	4,47	3,59	2,97	3,00	3,80	3,56
Física	3,44	2,59	3,19	4,07	3,63	3,93
Química	3,31	2,28	3,12	2,66	3,37	3,07
Tecnología	3,66	2,76	3,25	2,97	3,53	3,48
Educ. Física	3,22	3,07	3,59	3,59	3,27	2,96
Biología	3,50	3,10	3,53	3,14	3,40	3,07
Dibujo	3,47	3,03	3,34	3,03	3,03	3,26

En cuanto a los valores de las desviaciones, solo vamos a referir las de la asignatura de Física, que en el grupo tradicional es de 1,02, en el grupo cooperativo es de 0,75 y en el grupo TIC es de 0,78. Por tanto, la calificación del interés es más alta en los grupos cooperativo y TIC y está más agrupada, en consecuencia, el potencial motivador de la asignatura de Física ha aumentado y se ha extendido este aumento a un alto porcentaje de estudiantes, por esta razón la desviación es menor y, por tanto no hay grandes diferencias en las puntuaciones que asignan los estudiantes a la materia.

La materia de Física en el grupo tradicional pasa de ser la 8.^a en interés a ser la 9.^a, por tanto no es un cambio significativo, aunque se reafirma su escaso interés. Sin embargo, en el grupo cooperativo pasa del puesto 8.^o a ser la materia en la que están más interesados, aumenta el interés en 0,88 puntos. En el caso del grupo TIC, de ser la 4.^a materia más interesante del curso pasa a ser la más interesante con un aumento de 0,3 puntos.

Vamos a realizar dos análisis, en un caso no vamos a tener en cuenta la asignatura de Física y luego sí, con el fin de observar los cambios que conlleva. Sin tener en cuenta la Física, el valor de χ^2 es para el grupo cooperativo 6.003 y para el grupo Tic es 10.199, el valor para una significatividad del 5% es 15.507. Por tanto, no hay diferencias significativas en cuanto al

interés de los alumnos entre los grupos con respecto a las asignaturas sin tener en cuenta la Física.

Por el contrario, si tenemos en cuenta la Física, el valor de χ^2 es para el grupo cooperativo 22.918 y para el grupo Tic es 24.064, el valor para una significatividad del 5% es 16.919. Por tanto, la diferencia es significativa, el interés por la Física es muy diferente en los grupos cooperativo y Tic con respecto del tradicional.

En cuanto a la ganancia de interés, utilizando la fórmula de Hake (1998) y mostrando los resultados en tanto por ciento, resulta para el grupo tradicional de -54%, en el grupo cooperativo es de 49% y en el grupo Tic de 22%. Por tanto, el cambio motivacional es notorio en los estudiantes que conforman el grupo cooperativo y en el grupo Tic, sin embargo los estudiantes del grupo tradicional han perdido parte del interés por la asignatura.

La indagación sobre los motivos de la puntuación asignada a la Física se expone en la tabla siguiente.

Tabla 7

Motivos de la puntuación a la asignatura de Física después de la experiencia

Motivos	Tradicional	Cooperativo	TIC
Demasiados problemas	4%	0%	0%
Soy de letras	4%	5%	0%
Aburrido	35%	5%	8%
No entiendo	12%	5%	4%
Me da igual	0%	0%	8%
Por el futuro	12%	5%	4%
Interesante	4%	32%	21%
Por los problemas	8%	0%	0%
Me gusta	8%	0%	0%
Recursos	0%	16%	42%
Divertida	0%	16%	13%
Otras respuestas	13%	16%	0%

Es significativo el tanto por ciento de alumnos que se aburren en el grupo tradicional, además del 12% de estudiantes que no entienden la asignatura en este grupo. En cambio para el grupo cooperativo y TIC estos mo-

tivos son aceptados solo por el 10% y el 12% respectivamente, mientras que el 32% de los alumnos del grupo cooperativo y el 21% del grupo TIC se decantan por la opción de «interesante».

En la Figura 3 se muestran los resultados de la media de la puntuación que los alumnos asignaron, después de la investigación a una serie de cuestiones.

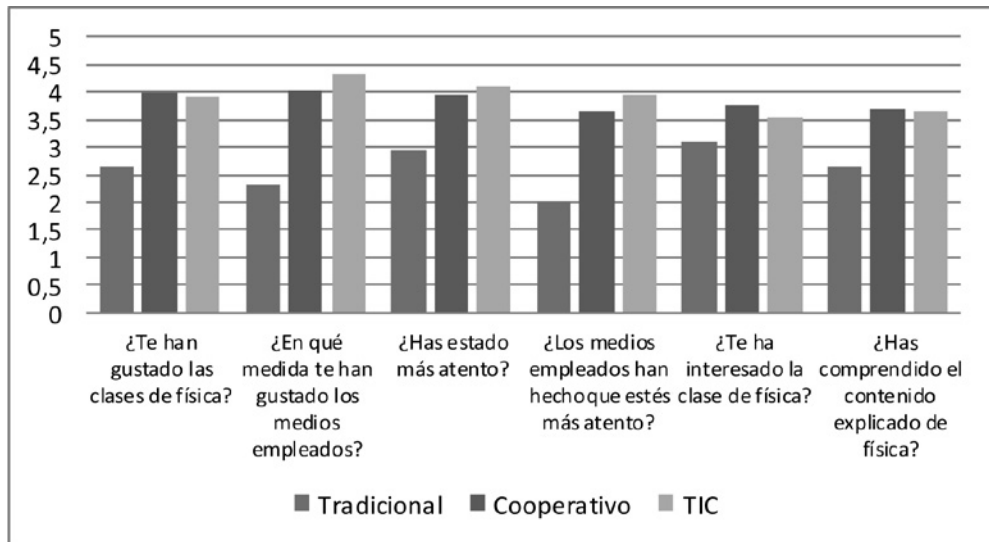


Figura 3. Grados de motivación en clase según las metodologías

Los alumnos del grupo cooperativo y del TIC se polarizan entre el indiferente y bastante interés. En concreto, la diferencia en la puntuación es notoria: más de un punto en cuatro de las seis preguntas.

CONCLUSIONES

Los objetivos de esta investigación se han verificado. Se ha constatado el requisito de la homogeneidad de los grupos desde varios puntos de vista. Al principio, los alumnos del grupo TIC tienen un mayor interés por la Física, pero no son diferencias significativas.

La asignatura de Física no es una materia que llame mucho la atención a los alumnos. No es de las que más interesan a los estudiantes de 14 y 15 años. No obstante, a la hora de desglosar las razones sobre el interés o desinterés por esta materia, observamos que es una asignatura cuyas características propias, ejercicios, problemas y textos utilizados, atraen. Los propios

alumnos la consideran de interés debido a motivos extrínsecos como son sus futuros estudios, en cambio no les interesan los propios contenidos que les pueden servir para explicar los fenómenos cotidianos, es decir no hay una motivación intrínseca significativa.

Las metodologías aplicadas han producido un cambio motivacional en el caso del aprendizaje cooperativo y del empleo de las TIC. En estos grupos los alumnos escogen ahora la Física como la materia que más les interesa, en la que más se esfuerzan, atienden y trabajan con mayor constancia. Afirman que los medios utilizados les han ayudado a atender y a comprender los conceptos básicos de la termodinámica. Además la ganancia motivacional ha resultado satisfactoria. Sin embargo, la metodología tradicional no ha provocado ningún cambio motivacional, incluso ha desmotivado. Esto se puede deber a que los estudiantes tienen un papel pasivo en el aula, hecho que aumenta el tedio en ellos y su desinterés por los contenidos de la materia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguaded-Gómez, J. I., Pérez-Rodríguez, M. A., y Monescillo-Palomo, M. (2010). Hacia una integración curricular de las TIC en los centros educativos andaluces de Primaria y Secundaria. *Bordón* 62(4), 7-23.
- Aguiar, M. V., y Cuesta, H. (2009). Importancia de trabajar las TIC en Educación Infantil a través de Métodos como las WebQuest. *Revista de Medios y Educación*, 34, 81-94.
- Artz, A F., y Newman, C. M. (1990). Cooperative learning. *Mathematics Teacher*, 83, 448-449.
- Bará, J., Domingo, J., y Valero, M. (2007). *Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Taller de formación en la Universidad Politécnica de Cataluña.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., y Ploetzner, R. (2010). Collaborative inquiry learning: Models, tools and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- Bernardo Carrasco, J. y Calderero, J. F. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Rialp.
- Carnoy, M. (2004). *Las TIC en la enseñanza: posibilidades y retos*. Recuperado de: <http://www.uoc.edu/inaugural04/dt/esp/carnoy1004.pdf>
- Clares, J., y Gil, J. (2008). Recursos tecnológicos y metodologías de enseñanza en titulaciones del ámbito de las ciencias de la educación. *Bordón*, 60(3), 21-33.
- Donnelly, D., McGarr, O., & O'Reilly, J. (2011). A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers & Education*, 57 (2), 1469-1483.
- Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Edmunds, R.; Thorpe, M., & Conole, G. (2012). Student attitudes towards and use of ICT in course study, work and social activity: A technology acceptance model approach. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), 71-84.
- Egarievwe, S., Ajiboye, A., Biswas, G., Okobiah, O., Fowler, L., Thorne, S., & Collins, W. (2000). Internet application of labview in computer based learning. *European Journal of Open, Distance and E-learning*. Recuperado de: <http://www.eurodl.org/?p=archives&year=2000>
- EURYDICE (2011). *Science education in Europe*. Bruselas: EACEA.
- Gonzálvez, V., Traver, J., y García, R. (2011). El aprendizaje cooperativo desde una perspectiva ética. *Estudios sobre Educación*, 21, 181-197.
- Hake, R. (1998) Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Handoyo, E. (2007). The interesting of learning thermodynamics through daily life. *Maranatha Teaching and Learning International Conference*, 151-158.
- Hänze, M., & Berger, R. (2007) Cooperative learning, motivational effects, and student characteristics: An experimental study comparing cooperative learning and direct instruction in 12th grade physics classes. *Learning and Instruction*, 17, 29-41.

- Harskamp, E., & Ding, N. (2006). Structured collaboration versus individual learning in solving physics problems. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1669-1688.
- INE (2011). *Estadísticas de educación*. Recuperado de: <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do> el 12 de junio de 2012.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1975). *Learning together and alone*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kagan, S., & Kagan, M. (2009). *Cooperative learning*. San Clemente: Kagan Publishing.
- Magnusson, D. (1982). *Teoría de los tests*. México: Trillas.
- Marbá-Tallada, A., y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Marusic, M., & Slisko, J. (2012). Influence of Three Different Methods of Teaching Physics on the Gain in Students' Development of Reasoning. *International Journal of Science Education*, 34(2), 301-326.
- Mellado Jiménez, V. (1996). Concepciones y prácticas de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.
- Moraleda, M. (1978). *Sociodiagnóstico del aula*. Madrid: Marova.
- Olvera, M., Reyes, S., y Zavala, S. (2009). Estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo y en la metrología para el laboratorio en el trabajo experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 3476-3482.
- Pathak, S., Kim, B., Jacobson, M., & Zhang, B. (2011). Learning the physics of electricity: A qualitative analysis of collaborative processes involved in productive failure. *Computer-Supported Collaborative Learning* 6, 57-73.
- Quiñonez, C., Ramírez, D., Rodríguez, Z., Rivera, F., Tovar, E., Vásquez, G., y Ramírez, A. (2006). Desarrollo de herramientas Virtuales para la enseñanza de la termodinámica básica. *Revista Colombiana de Física*, 38, 1423-1426.
- PISA (2009) *Informe PISA*. Recuperado de: <http://www.pisa.oecd.org> el 12 de junio de 2012
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Didáctica de las ciencias experimentales Alambique*, 67, 53-61.
- Stevens, R. J., & Slavin, R. E. (1995). The cooperative elementary school: Effects on students' achievement, attitudes, and social relations. *American Educational Research Journal*, 32, 321-351.
- Thorndike, R. L. (1989). *Psicometría aplicada*. México: Limusa.
- Vázquez, A. (2011). Plan--Do--Check--Act en una experiencia TIC en el aula: desde la idea a la evaluación. *EDU-TEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. 36, 1-12.
- Vázquez, B., Jiménez, R., y Mellado, V. (2010). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.

PERFIL ACADÉMICO Y PROFESIONAL DEL AUTOR

David Méndez Coca, Profesor del Centro Universitario Villanueva, licenciado en Ciencias Físicas y doctor en educación por la Universidad Complutense de Madrid. Ha realizado más de veinte comunicaciones en congresos internacionales, además tiene más de veinte publicaciones en revistas españolas y extranjeras. Recientemente ha estado de estancia de investigación en las universidades de Harvard, MIT y Maryland.

Dirección del autor: David Méndez
Centro Universitario Villanueva
C/. Costa Brava, 2
28034 - Madrid
E-mail: dmendez@villanueva.edu

Fecha Recepción del Artículo: 13. Noviembre. 2012
Fecha Modificación Artículo: 14. Mayo. 2013
Fecha Aceptación del Artículo: 05. Septiembre. 2013
Fecha Revisión para la publicación: 12. Enero. 2015

