

El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la física

Cooperative Learning and traditional methodology in physics learning

DAVID MÉNDEZ COCA

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA

Resumen

Esta investigación docente motivada por el fracaso escolar en España y el abandono de estudios de ciencias. Se han comparado los resultados de aprendizaje de dos grupos homogéneos de alumnos de 14 años que cursan 3º ESO, un grupo ha seguido la enseñanza tradicional y otro la estrategia del aprendizaje cooperativo, se ha realizado un test de ideas previas viendo las concepciones alternativas y se han analizado los resultados en un test final de conocimientos sobre los conceptos de densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Como conclusión, podemos señalar que el aprendizaje cooperativo facilita la comprensión y el interés.

Palabras clave: metodología tradicional, aprendizaje cooperativo, teoría, problemas.

Abstract

This research in teaching is motivated by school failure in Spain and the abandonment of scientific studies. To answer this question, the learning results of two homogenous groups of 14-year-old students in the 3rd of Secondary School have been compared. One group has followed traditional teaching and the other one cooperative learning. A pre-test was done discovering the various conceptions the students had before de lesson and a final test about density, pressure, volume, temperature and heat was given. As a conclusion, cooperative learning makes easier understanding and motivation.

Key words: traditional teaching, cooperative learning, theory, problems.

1. INTRODUCCIÓN

España tiene una de las tasas de fracaso escolar más altas de la Unión Europea (UE) en secundaria (Aramendi et al., 2011). A comienzos de este siglo, la tasa de abandono temprano de los estudios en España se situaba ya muy próxima al 30% mientras que en la UE la cifra rondaba el 17%. Estos últimos años los porcentajes de la UE han experimentado un ligero descenso (15%), mientras que en España han permanecido constantes (Roca, 2010). A los 15 años de edad, sólo el 59,6% está en el curso correspondiente a su edad. Este es un tema que preocupa a profesores e instituciones vinculadas a la educación (Abalde, Barca, Muñoz y Ziemer, 2009).

Si nos centramos ahora en las ciencias, en concreto en la física. El número de alumnos que eligen la licenciatura de ciencias físicas ha disminuido del curso 2000/01 al curso 2009/10 en un 43%, en cuanto a los alumnos que han elegido estudiar una carrera técnica, ya sea arquitectura o ingeniería, ha disminuido en el mismo período de tiempo un 12,5%, sin embargo el número de alumnos totales que hacen estudios universitarios únicamente ha disminuido un 3,5% (INE, 2011).

Con todos estos datos, se hace necesaria una revisión de la enseñanza de la física (Eurydice, 2011); de hecho, se han realizado algunas investigaciones sobre este aspecto, con el fin de lograr un mayor aprendizaje del alumno. Entre estas experiencias de enseñanza y aprendizaje, se puede destacar las realizadas para medir la eficiencia de tres modelos de enseñanza (Marusic y Slisko, 2011; Roselli, 2010). Otras experiencias están focalizadas en la formación del profesorado en aspectos didácticos, de tal forma que tengan en cuenta las ideas de los alumnos a la hora de enseñar (Peme-Aranega et al., 2009). Por supuesto, también la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje es uno de los aspectos específicos que pueden intervenir de forma positiva (Méndez, 2012; Castro et al., 2011; Lemke, 2006).

Por otro lado, el profesorado sigue utilizando la metodología tradicional en física haciendo demasiado énfasis en explicar las propiedades de forma matemática y dejando de lado el aprendizaje conceptual (Flores, Trejo y Trejo, 2003). Esto fomenta el aprendizaje memorístico. Ausubel (2002) manifiesta que, para que exista un aprendizaje significativo, se deben establecer entre los contenidos unas relaciones no arbitrarias, de tal forma que se pueda establecer una serie de relaciones lógicas. Para que esto suceda, el profesor debe mostrar a los estudiantes un material razonable y vinculable a las estructuras previas de conocimiento, a la experiencia y al contexto sociocultural en el que se desarrollan.

Para conseguir este aprendizaje significativo, existen investigaciones que sugieren estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo (Traver y García, 2007). Esta estrategia se ha aplicado a las matemáticas logrando promover la motivación y un aumento del rendimiento de los alumnos (Slavin et al., 1984; Terán y Pachano, 2009). También se han realizado algunas experiencias en física; por ejemplo, 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), 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, Urhahne, Schanze y Ploetzner, 2010) y el estudio de la eficiencia del aprendizaje cooperativo a la hora de resolver algunos problemas de electricidad (Pathak, Kim, Jacobson y Zhang, 2011). Además esta estrategia trabaja otros aspectos de importancia actual como la solidaridad, igualdad, respeto, diálogo, libertad y adaptación escolar (Gonzálvez, Traver y García, 2011; Pérez-Sánchez y Poveda-Serra, 2008).

El aprendizaje cooperativo (Johnson y Johnson, 1999) se consigue cuando los estudiantes colaboran unos con otros para llegar a unas metas. En estos casos surgen entre los individuos desacuerdos, esto hace que se observen diferentes perspectivas y se llegue a un acuerdo. No obstante, para llegar a este resultado hace falta un proceso planificado y meditado (Kagan y Kagan, 2009). Se podría comparar el método tradicional de enseñanza con la estrategia del aprendizaje cooperativo como se ve en el cuadro siguiente.

Tabla 1. Comparación entre método tradicional y aprendizaje cooperativo.

Fuente: elaboración propia a partir de Bará, Domingo y Valero (2005).

	Tradicional	Aprendizaje cooperativo
Clases	Exposiciones	Exposiciones y actividades cooperativas
Fuera de clase	Estudio	Estudio y trabajo cooperativo
Evaluación	Examen	Exámenes. Tareas cooperativas. Evaluación continuada

Existen una serie de conceptos clave a la hora de estructurar los grupos formales –grupos que permanecen durante varias clases– donde los alumnos se preocupan tanto de su aprendizaje como del de sus compañeros. Se podrían resaltar cinco características (Bará, Domingo y Valero, 2005):

- 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 explican el modo de resolver problemas o la naturaleza de los conceptos.
- 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.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Visto lo anterior, la investigación se basa en la puesta en marcha, con un grupo de 3º de ESO, de un programa de aprendizaje cooperativo de tal forma que se pueda medir el efecto de esta estrategia.

Los objetivos son:

- 1.** Comprobar la homogeneidad de los grupos.
- 2.** Verificar si existen concepciones alternativas en los conceptos tratados en la investigación.
- 3.** Investigar si existe un cambio de motivación que haga que estén más interesados los alumnos de grupo que ha seguido el aprendizaje cooperativo.
- 4.** Estudiar la eficacia de esta estrategia en el aprendizaje de la física, en concreto en la asimilación de los conceptos de densidad, presión, volumen, temperatura y calor.

5. Comparar los resultados de aprendizaje de los dos grupos respecto de la teoría, ejercicios y problemas de física.

3. METODOLOGÍA

Los participantes en esta investigación fueron 57 alumnos de 3º de ESO de 14 años distribuidos en dos aulas. No había repetido curso ninguno de los alumnos. Los estudiantes fueron asignados a cada clase por el centro escolar en 1º de ESO con el fin de que fueran dos grupos lo más homogéneos posibles. El grupo de 29 alumnos ha sido el grupo control porque no disponía de medios audiovisuales en el aula y el grupo de 28 alumnos es el que ha seguido el aprendizaje cooperativo porque el material preparado para la explicación necesitaba, en algunos casos, medios audiovisuales y porque era un grupo que conocía el profesor de la materia, hecho relevante para realizar los grupos (León del Barco, 2006).

Los instrumentos utilizados para la investigación son los siguientes:

1. El test sociométrico BTDA-2 que se pasó a finales de septiembre sirvió de ayuda a la hora de realizar los grupos, conociendo el rechazo y aceptación de cada individuo (Moraleda, 1978).
2. El test de aptitudes mentales BTDA-2, mide la inteligencia general, el razonamiento abstracto, la aptitud verbal, la aptitud numérica y la inteligencia espacial con una fiabilidad de 0,90. Los extremos de la escala son 1 y 99.
3. Un test motivacional previo para medir el interés del estudiante por las materias del curso y en especial por la física.
4. Un test de ideas previas que se confeccionó con la ayuda de la bibliografía (Driver, Guerne, Tiberghieu, 1989) y con la ayuda de profesores de física universitarios y del centro escolar.
5. Un test final de conocimientos con 17 cuestiones, tres de dos apartados, en consecuencia se piden 20 respuestas. Cuatro son de teoría, cinco ejercicios y once problemas. Cinco referidas a la densidad, seis a la presión, volumen y temperatura y nueve al calor. El test fue validado por profesores universitarios de física y de educación, y por profesores del centro

escolar con más de diez años de experiencia, además se estudió su fiabilidad: los resultados de la alpha de Crombach fue de 0,71 y según el método de Spearman-Brown de 0,73. Al ser prueba de rendimiento académico con preguntas abiertas, estos valores aseguran la fiabilidad del instrumento (Thorndike, 1989; Magnusson, 1982).

6. El test motivacional final se pasó a finales de diciembre y preguntaba acerca del interés por las materias del curso y en especial por la física debido a la experiencia para poder ver si existía alguna diferencia.
7. Además se contó con la observación del profesor de la materia y de los datos que recogió durante la experiencia.
8. Los materiales con los que se iba a desarrollar la explicación de los diferentes conceptos que se prepararon el curso anterior.

4. RESULTADOS

Los resultados de la media de los alumnos de cada grupo del test de aptitudes mentales que nos sirve para comprobar si los grupos tienen grandes diferencias en sus capacidades intelectuales fueron:

Tabla 2. Datos sobre las capacidades intelectuales de los grupos de alumnos.

Fuente: elaboración propia.

	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

Si aplicamos la t de Student llegamos a la conclusión de que no existe ninguna diferencia significativa entre los datos de capacidades intelectuales de los dos grupos de alumnos.

Se realizó el test previo motivacional para tener datos a comparar con el test final motivacional. Posteriormente vino la explicación, el profesor tomó diversas anotaciones acerca de las clases, mandó los días siguientes algunos ejercicios y problemas para resolver en casa, preguntando también de forma oral al comienzo de la clase con la finalidad de indagar cómo estaban asimilando los estudiantes los conceptos explicados, mediante preguntas sencillas que luego se repetirían en el test final. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 3. Resultados de la observación del profesor durante el período de explicación.

Fuente: elaboración propia.

Metodología	Respuestas correctas	Falta de ejercicios	Sensación
Tradicional	24%	18%	De aburrimiento.
Cooperativo	62%	16%	Atención y aprovechamiento del tiempo.

Se puede ver que la capacidad de trabajo de los alumnos es similar, la falta de ejercicios es prácticamente igual. En cambio, la asimilación de los contenidos es muy diferente y la sensación también es diferente, como decía el profesor en el caso del grupo cooperativo, era como si «la clase se quedara corta», por tanto el aprovechamiento calificado de forma subjetiva era mayor que en el grupo tradicional.

Como se ha dicho previamente, al final se realizó un test motivacional en el que se repitieron varias de las preguntas que se les habían formulado antes de empezar la investigación. Se les pedía el interés que les suscita cada una de las materias del curso, calificaban de 1 a 5 puntos, 1 es poco o nada de interés y 5 es mucho interés.

Tabla 4. Interés de los alumnos por cada materia que tienen en el curso.

Fuente: elaboración propia.

Asignaturas	Tradicional		Cooperativo	
	Antes	Después	Antes	Después
Matemáticas	4,03	3,76	3,53	3,59
Lengua	3,97	3,48	3,56	3,79
Inglés	4,25	3,17	3,38	3,17
Geografía	4,47	3,59	2,97	3,00
Física	3,44	2,59	3,19	4,07
Química	3,31	2,28	3,12	2,66
Tecnología	3,66	2,76	3,25	2,97
Ed. Física	3,22	3,07	3,59	3,59
Biología	3,50	3,10	3,53	3,14
Dibujo	3,47	3,03	3,34	3,03

Al ver el resultado con los datos en su contexto, podemos deducir que los alumnos del grupo tradicional tienen menor interés por todas las materias, en el caso de la física el interés disminuye en 0,85 puntos, sin embargo sólo cambia de ser la octava materia más interesante a ser la novena que no es gran diferencia, por tanto se puede decir que ha decaído su interés del mismo modo que las otras materias; sin embargo, los alumnos del grupo cooperativo tienen un mayor interés por la física que pasa de ser la octava en interés a ser la primera de forma destacada, aumenta el interés en 0,88 puntos.

Todos estos datos verifican que los grupos eran homogéneos: la diferencia entre las capacidades intelectuales de los alumnos no son significativas, los alumnos tenían el mismo interés relativo respecto a la física, octavo lugar,

antes de la experiencia; el porcentaje de alumnos que no hacen los ejercicios es similar y los profesores del centro escolar afirmaban que los dos grupos eran homogéneos.

El test de ideas previas presentó las diferentes concepciones alternativas que tenían los alumnos, además de saber los conocimientos que tenían de base para empezar a construir a partir de ellos. Las respuestas fueron similares en los dos grupos, por esta cuestión no distinguimos los resultados de uno y otro grupo. Las diferentes concepciones acerca de estos conceptos se podrían sintetizar en las siguientes:

1. Confusión entre los conceptos de calor y temperatura.
2. Afirman que el aire caliente pesa menos, no que es menos denso.
3. Manifestaron que, durante un cambio de estado, la temperatura sigue aumentando y no es constante en ningún momento.
4. Cuando se mezclan dos sustancias a diferentes temperaturas suelen restar e incluso sumar las temperaturas iniciales de las sustancias.
5. Consideran que los materiales tienen una temperatura máxima y ya no se pueden calentar más.
6. Piensan que la temperatura de ebullición depende de la cantidad de sustancia de ese material.

Al final de la explicación a los alumnos, se les hizo el test final de conocimientos. Los resultados van a mostrar el tanto por ciento de respuestas correctas del conjunto de alumnos que componen cada grupo, además las preguntas están numeradas con referencia al anexo en el que está el test final. Al concretar la puntuación que se le daba a cada respuesta, los profesores del centro escolar y los profesores universitarios acordaron la puntuación que se debía dar a respuestas parcialmente correctas, esto se debe a que algunas preguntas son abiertas por lo que piden una respuesta desarrollada; en las de respuesta múltiple, acordaron sólo valorar las respuestas correctas.

Primero vamos a fijar la atención sobre la teoría, los resultados a las preguntas (v. anexo) fueron los siguientes:

Tabla 5. Resultados a las preguntas de teoría según la metodología.

Fuente: elaboración propia.

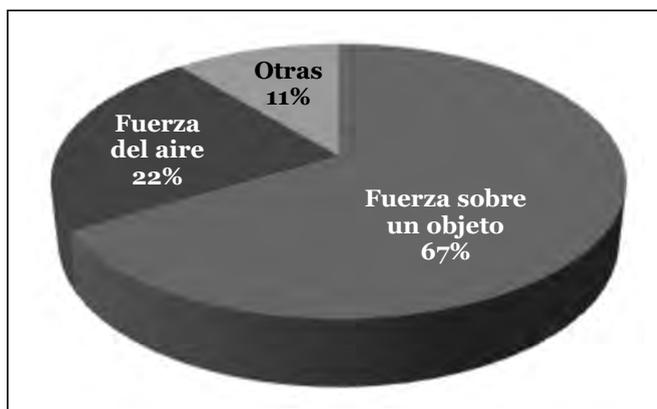
	Tradicional	Cooperativo
Pregunta 1	91%±28	97%±18
Pregunta 2	38%±40	79%±39
Pregunta 3	21%±44	84%±35
Pregunta 4	68%±47	81%±36

Se puede deducir que la pregunta 1 ha sido muy sencilla para todos los alumnos, hecho en el que insistieron los profesores del centro escolar ya que suelen preguntar de menor a mayor dificultad, en especial la primera suele ser muy sencilla. En cuanto a las demás respuestas la diferencia entre los grupos se hace significativa.

Se puede ilustrar aún más esta diferencia al comparar las respuestas del test de ideas previas y el test final en el que algunas preguntas se repitieron, en el caso de la teoría se repitió la pregunta acerca de qué es la presión. Las respuestas fueron las siguientes:

Gráfico 1. Respuestas a la pregunta de qué es la presión en el test de ideas previas.

Fuente: elaboración propia.



En el test final, al ser una pregunta abierta, admite varias notas intermedias entre 1 y 0 ya que las respuestas pueden ser parcialmente correctas; en este caso, al que dijera la fórmula se acordó entre los profesores que se le diera 0,7 puntos y al que dijo que la presión era una fuerza producida por partículas o por la atmósfera 0,3:

Tabla 6. Respuestas de los alumnos a la pregunta de qué es la presión del test final.
Fuente: elaboración propia.

Respuestas	Tradicional	Cooperativo
Correcta	12%	75%
Fuerza/superficie	36%	0%
Fuerza de partículas o de la atmósfera	0%	12%
Erróneas	52%	13%
Resultado	38%	79%

Comparando los resultados del test final con los del test de ideas previas se puede observar que los alumnos del grupo cooperativo en su mayoría, 75%, han cambiado su concepto de presión, sin embargo los del grupo tradicional no.

Ahora referimos los resultados de las preguntas de ejercicios (v. anexo):

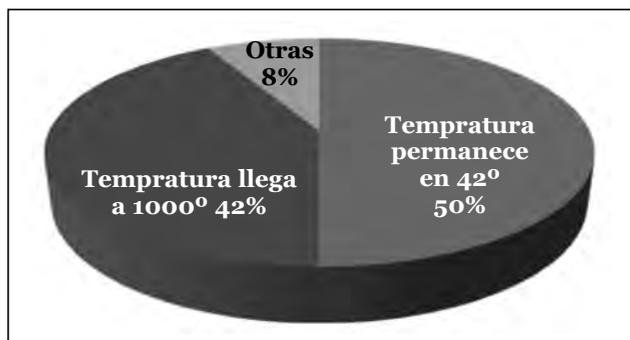
Tabla 7. Resultados a las cinco preguntas de ejercicios según la metodología.
Fuente: elaboración propia.

	Tradicional	Cooperativo
Pregunta 5	32%±29	55%±42
Pregunta 6	24%±46	63%±49
Pregunta 7	42%±50	78%±41
Pregunta 8	15%±37	81%±41
Pregunta 9	48%±49	60%±46

Los resultados logrados por los estudiantes que conformaban el grupo tradicional obtienen unos resultados muy bajos comparados con los del grupo cooperativo. De hecho, a los profesores del centro escolar les parecieron extremadamente buenos comparados con otros cursos que habían tenido en años anteriores.

En cuanto a los ejercicios, se les puso un mismo ejercicio en el test de ideas previas y en el test final, es la pregunta 8 del test final (anexo), esta cuestión está tomada de Driver et al. (1989). Tiene que ver con el calor latente, es decir con lo que sucede en un cambio de estado, la sustancia está cambiando de estado y en esa situación permanece estable la temperatura durante un tiempo para después llegar hasta 1000°C . En este caso las respuestas antes de la explicación son:

Gráfico 2. Respuestas antes de la explicación a la pregunta 8 del test final.
Fuente: elaboración propia.



Las respuestas a esta misma cuestión después de la explicación hace ver que la diferencia entre los grupos es notable.

Tabla 8. Respuestas a la pregunta 8 del test final después de la explicación.
Fuente: elaboración propia.

Respuestas	Tradicional	Cooperativo
Correcta	15%	81%
Permanecerá en 420°C	85%	19%
No sé	0%	0%
Resultado	15%	81%

En este caso, también se puede verificar que la diferencia en la asimilación de los contenidos es clara; al grupo cooperativo, se le mostró una animación y una serie de preguntas que tuvieron que trabajar en grupo, de tal forma que, a la vista de los resultados, entendieron que, en el cambio de estado, permanecía constante durante un período de tiempo la temperatura y luego seguía incrementándose si se sigue suministrando energía. En cambio, el grupo tradicional leyó la explicación en el libro pero no la «vió» ni la aplicó.

Los resultados de los problemas fueron los siguientes:

Tabla 9. Resultados a las once preguntas de problemas.

Fuente: elaboración propia.

	Tradicional	Cooperativo
Pregunta 10	8%±22	33%±32
Pregunta 11	38%±48	33%±44
Pregunta 12 a	85%±37	81%±41
Pregunta 12 b	79%±41	75%±43
Pregunta 13	63%±36	63%±38
Pregunta 14 a	49%±44	67%±42
Pregunta 14 b	18%±25	46%±44
Pregunta 15	45%±34	68%±29
Pregunta 16	34%±32	35%±28
Pregunta 17 a	15%±37	56%±49
Pregunta 17 b	14%±34	53%±50

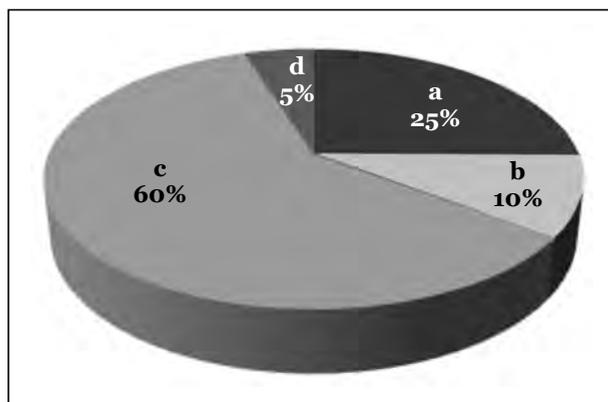
Tanto en las cuestiones de teoría como en las referidas a ejercicios siempre el grupo cooperativo había logrado una puntuación más alta. En cambio en los problemas, los resultados del grupo tradicional son similares a los del grupo cooperativo en dos casos y son mejores en tres casos por un estrecho margen.

Por tanto, en líneas generales son mejores los resultados del grupo cooperativo pero hay menor diferencia que la que se ha experimentado en las otras partes del test.

También en este caso podemos comparar las respuestas a un mismo problema antes y después de la explicación, en este caso es la cuestión 17 a) (anexo). Las respuestas previas a la explicación son:

Gráfico 3. Respuestas en el test de ideas previas a la cuestión 17 a del test final.

Fuente: elaboración propia.



En cuanto a las respuestas del test final fueron las siguientes:

Tabla 10. Respuestas a la cuestión 17 a en el test final de conocimientos.

Fuente: elaboración propia.

Respuestas	Tradicional	Cooperativo
Correcta (B)	15%	56%
A	30%	16%
C	55%	25%
D	0%	3% ¹
Resultado	15%	56%

Los alumnos del grupo tradicional apenas cambian de idea después de la explicación, en cambio los alumnos del grupo cooperativo sí han asimilado mejor el concepto, pero muchos siguen con las mismas respuestas dadas antes de la explicación.

Ya tratados los resultados de cada cuestión del test, vamos a mostrar los resultados de cada parte, primero los resultados distribuidos en teoría, ejercicios y problemas, después los resultados según los conceptos. Estos valores son más consistentes ya que el resultado de una pregunta está sujeto a diversas circunstancias, sin embargo cuando se realiza el análisis de forma más general esta influencia se minimiza.

Tabla 11. Resultados del test final por grupos y por forma de evaluar.

Fuente: elaboración propia.

	Teoría	Ejercicios	Problemas
Tradicional	54%±19	32%±25	41%±16
Cooperativo	85%±30	67%±28	55%±20

Ante estos porcentajes, se puede ver que la metodología ha tenido clara influencia en los resultados en el caso de la teoría y de los ejercicios con una diferencia de más de 30 puntos. Sólo en el caso de los problemas, como hemos ido viendo en los resultados parciales, la diferencia es menor aunque la diferencia relativa es del 25%.

Si ahora nos referimos a los resultados según los conceptos:

Tabla 12. Resultados del test final según los grupos y los conceptos evaluados.

Fuente: elaboración propia.

	Densidad	Presión, volumen y temperatura	Calor
Tradicional	26%±20	38%±15	52%±21
Cooperativo	61%±27	60%±21	69%±19

Se puede ver que la diferencia en los resultados a las preguntas referidas al concepto de densidad es claramente significativa. En el caso de las relaciones de presión, volumen y temperatura la diferencia también es grande. En cambio, en el caso del calor, la diferencia es bastante menor a la de los otros conceptos.

Vistas las diferencias, se puede decir que el grupo cooperativo ha tenido un aprendizaje mayor, sin embargo, puede también ser interesante conocer los resultados generales del test. Se podría obtener la calificación general del test de tres formas:

1. Podemos dar el mismo valor a cada pregunta, es decir un 5%, para obtener el 100% al sumar las 20 respuestas del test.
2. Podemos tener los resultados por conceptos y que cada concepto tenga un peso de un tercio de la calificación final. Por tanto, cada concepto tendría el mismo valor.
3. Podemos tener los resultados por partes y que cada parte –teoría, ejercicios y problemas– tengan un peso de un tercio de la calificación final. Por tanto, cada parte del test tendría el mismo valor.

Tabla 13. Resultados del test final según los grupos y los conceptos evaluados.

Fuente: elaboración propia.

	Cada pregunta tiene igual valor	Cada concepto tiene igual valor	Cada parte del test tiene igual valor
Tradicional	41%±13	43%±21	39%±22
Cooperativo	62%±15	69%±23	63%±28

Las distintas formas de evaluación no muestran grandes diferencias respecto de lo mostrado en anteriores resultados, el grupo cooperativo tiene unos resultados claramente mejores que los del grupo tradicional, se evalúe como se evalúe. Por tanto, la diferencia no es consecuencia de la evaluación sino de la metodología que se ha seguido en el aula a la hora de explicar los diversos conceptos.

Si ahora realizamos el análisis estadístico para comprobar que la diferencia entre las muestras no es por azar, podemos comprobar, al ser dos muestras: una de 29 y otra de 28, aplicamos la *t* de Student (Bernardo y Calderero, 2000). El valor de *t* resulta 5,36; mayor que 2,66 que es el valor para un nivel de significación del 1%.

5. CONCLUSIONES

Los objetivos de nuestra investigación se han cumplido plenamente. Se ha podido mostrar que los grupos eran homogéneos con los datos de inteligencia, observación del profesor, opinión de los profesores del centro escolar e, incluso, interés con respecto a la física.

El test de ideas previas refleja las concepciones alternativas que tienen los alumnos acerca de los conceptos de densidad, presión, volumen, temperatura y calor. Estas concepciones se deben tener en cuenta a la hora de explicar.

Desde una situación de igualdad entre los grupos, se ha comparado el cambio de motivación que ha ocasionado la aplicación del aprendizaje cooperativo, los alumnos de este grupo manifestaban que su interés ha crecido notablemente por la materia después de la experiencia realizada, sin embargo la metodología tradicional no ha provocado estos cambios, incluso ha desmotivado.

Después del test de ideas previas, las explicaciones a los dos grupos, la observación durante este período por parte del profesor y el test final de conocimientos se puede justificar que el aprendizaje cooperativo facilita el aprendizaje más que la enseñanza tradicional.

El profesor, cuando conoce a los alumnos, la estrategia de aprendizaje cooperativo establece grupos que pueden aprovechar esta estrategia de forma óptima.

Los alumnos de 14 y 15 años tienen una serie de concepciones alternativas acerca de la densidad, presión, volumen, temperatura y calor que son interesantes a tener en cuenta a la hora de explicar estos conceptos. Estas concepciones son difíciles de cambiar con la enseñanza tradicional y más fácil con el aprendizaje cooperativo.

El aprendizaje cooperativo consigue que los alumnos estén más interesados y motivados durante las clases de física, en cambio la enseñanza tradicional no provoca esto en los alumnos, incluso desmotiva.

El aprendizaje cooperativo facilita el aprendizaje de la densidad, de las relaciones entre la presión, volumen y temperatura, y del concepto de calor. Marca una clara diferencia en el aprendizaje con la enseñanza tradicional en los dos primeros y un poco menor en el concepto de calor.

El aprendizaje cooperativo facilita el aprendizaje claramente de la teoría y de los ejercicios y, en menor medida, de los problemas. Además produce una diferencia significativa en el aprendizaje con los alumnos que siguen una enseñanza tradicional.

Los alumnos que han seguido el aprendizaje cooperativo logran un mejor resultado en el test final independientemente del modo en el que se evalúe. Por tanto, el aprendizaje cooperativo ha facilitado la asimilación de los conceptos tratados en la investigación.

Sería interesante estudiar también la extensión de este estudio a otras materias y la inclusión de factores como las inteligencias, los estilos de aprendizaje y demás características de los alumnos.

ANEXO: TEST FINAL DE CONOCIMIENTOS

1. ¿Cómo definirías la temperatura?
2. ¿Cómo definirías la presión?
3. Dado un valor de densidad de un material de la naturaleza, ¿podría existir algún otro material que tenga la misma densidad en la naturaleza? Razona tu respuesta.
4. ¿Qué es el calor?
5. Un balón de fútbol cuyo volumen es de 500 cm^3 a una temperatura de 20°C se introduce en la nevera y su volumen se reduce a 480 cm^3 . Suponiendo que la presión del aire contenido en el balón no cambia, calcula la temperatura en el interior de la nevera.

6. Una cierta cantidad de gas en el motor del coche de Fernando Alonso ocupa un volumen de 2.5 litros a una presión de 1 atm. A la hora de mover los pistones, la presión aumenta a 20 atm. ¿Cuál es el volumen final ocupado por el gas?
7. Introduzco unas llaves en una probeta con agua haciendo subir el nivel de agua desde 40 cm³ hasta 60 cm³. Si la masa es de 10g, ¿cuál será la densidad?
8. Un material se mete en un horno que está a 1000°C, lógicamente se calienta y las lecturas del termómetro que está en contacto con el material son las siguientes: 20°, 30°, 70°, 200°, 360°, 420°, 420°, 420°... ¿Qué pasará?
 - a) La temperatura del material permanecerá en 420°.
 - b) La temperatura del material llegará a 1000°.
 - c) No sé.
9. Mezclo dos sustancias: 10 g de café cuyo calor específico es $10, \frac{j}{g \cdot ^\circ C}$ a una temperatura de 50°C con 20 g de leche cuyo calor específico es $20, \frac{j}{g \cdot ^\circ C}$ a una temperatura de 30°C. ¿Cuál será la temperatura de equilibrio?
10. Me he llevado agua en una cantimplora para irme de excursión, he subido desde una altura de 500 m sobre el nivel del mar a 6000 m siendo constante la temperatura ambiente. Cuando voy a beber al estar a 6000 m de altura el agua está burbujeando, ¿por qué?
11. Has dado 100 g de plata a una persona para que te haga una pulsera, ¿cómo podrías saber si ha empleado los 100 g de plata en la pulsera o no con lo que hemos visto en clase?
12. Si hay agua en dos recipientes, tienen igual cantidad de agua y ambos a 80°C ¿qué pasará al mezclarlos? ¿Y si en un recipiente hubiera agua y en otro aceite?
13. ¿Cómo explicarías que al calentar un extremo de una barra de hierro con un mechero se caliente una bola de acero que se encuentra en contacto con el otro extremo de la barra?

14. Si hay agua en dos recipientes, tienen la misma cantidad de agua pero en uno el agua está a 10°C y en otro a 70°C, ¿qué pasará al mezclarlos? ¿Y si en el de 10° hubiera agua y en el de 70° hubiera aceite?
15. Caliento una sustancia, va aumentando la temperatura hasta que llega a -120°C y permanece estable durante un cierto tiempo, después vuelve a aumentar la temperatura de la sustancia hasta que llega a 70°C, temperatura que no varía un cierto tiempo, después vuelve a aumentar la temperatura. ¿En qué estado está la sustancia en cada intervalo? ¿Qué pasa a -120° y a 70° y por qué?
16. ¿Por qué si tapo el orificio de una jeringuilla llega un momento en el que no puedo apretar más el émbolo y siento una fuerza en el dedo que está tapando el orificio?
17. Tenemos una balanza con dos platos: a la derecha sitúo un frasco CERRADO lleno de aire y a la izquierda una pesa para que esté en equilibrio la balanza. Dejo el equipo al sol y observo.
 - a) El frasco de aire pesará más que la pesa.
 - b) Seguirán en equilibrio.
 - c) El frasco de aire pesará menos que la pesa.
 - d) No sé.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalde, E., Barca, A., Muñoz, J., y Ziemer, M. (2009). Rendimiento académico y enfoques de aprendizaje: una aproximación a la realidad de la enseñanza superior brasileña en la región norte. *Revista de investigación educativa*, 27 (2), 303-319.
- Aramendi, P., Vega, A., y Santiago, K. (2011). Los programas de atención a la diversidad en la Educación Secundaria desde la perspectiva de los estudiantes: estudio comparado. *Revista de Educación*, 356, 185-209.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Bará, J., Domingo, J., y Valero, M. (2005). *Técnicas de aprendizaje cooperativo*. Taller de formación desarrollado en la Universidad Autónoma de Madrid los días 28 y 29 de abril.

- 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 Hernández, J.F. (2000). *Aprendo a investigar en educación*. Madrid: Rialp.
- Castro, M., Gómez, M., Pablo-Romero, M., Sanz, M., e Yñiguez, R. (2011). Una experiencia en la docencia de introducción a la economía, a través de tecnologías interactivas. *Revista de investigación educativa*, 29(1), 43-57.
- Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Eurydice. (2011). *Science education in Europe*. Bruselas: EACEA.
- Flores, S., Trejo, A., y Trejo, L. (2003). *¿Cómo Mejorar el Proceso Enseñanza – Aprendizaje Mediante la Evaluación – Regulación?: el Caso de la Termodinámica*. Memorias de las Terceras Jornadas Internacionales de la Enseñanza Universitaria de la Química, Argentina, 1-8, octubre.
- González, V., Traver, J., y García, R. (2011). El aprendizaje cooperativo desde una perspectiva ética. *Estudios sobre educación*, 21, 181-197.
- Hänze, M., y 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., y Ding, N. (2006). Structured collaboration versus individual learning in solving physics problems. *International journal of science education*, 28 (14), 1669-1688.
- INE. (2011). Estadística de la enseñanza universitaria en España: curso 2009-2010. Recuperado de de: <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t13/p405/a2009-2010&file=pcaxis> [Consulta: 22/12/2011].
- Johnson, D., y Johnson, R. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive and individualistic learning*. Boston: Allyn & Bacon.
- Kagan, S., y Kagan, M. (2009). *Cooperative learning*. San Clemente: Kagan Publishing.
- Lemke, J.L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Revista de Enseñanza de las ciencias*, 24 (1), 5-12.
- León del Barco, B. (2006). Elementos mediadores en la eficacia del aprendizaje cooperativo: Entrenamiento previo en habilidades sociales y dinámicas de grupo. *Anales de Psicología*, 22, 105-112.
- Magnusson, D. (1982). *Teoría de los tests*. México: Trillas.

- Marušić, M., y Sliško, J. (2011). 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.
- Méndez, D. (2012). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de Física. *Revista Miscelánea de Comillas*, 70 (136), 199-224.
- Ministerio de Educación. (2011). *Propuestas de mejora. Informe sobre el estado y situación del sistema educativo: curso 2009-2010*. Madrid: Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones. Recuperado de: <http://www.educacion.gob.es/cee/publicaciones.html> [Consulta: 28/12/2011].
- Moraleda, M. (1978). *Sociodiagnóstico del aula*. Madrid: Marova.
- Pathak, S., Kim, B., Jacobson, M., y 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.
- Peme-Aranega, C., Mellado, V., Lía de Longhi, A., Moreno, A., y Ruiz, C. (2009). La interacción entre concepciones y la práctica de una profesora de Física de nivel secundario: estudio longitudinal de desarrollo profesional basado en el proceso de reflexión orientada colaborativa. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8 (1), 283-303.
- Pérez-Sánchez, A., y Poveda-Serra, P. (2008). Efectos del aprendizaje cooperativo en la adaptación escolar. *Revista de investigación educativa*, 26(1), 73-94.
- Roca, E. (2010). El abandono temprano de la educación y la formación en España. *Revista de Educación*, Extraordinario 2010, 31-62.
- Roselli, N. (2010). Comparación experimental entre tres modalidades de enseñanza mediadas informáticamente. *Revista de investigación educativa*, 28(2), 265-282.
- Slavin, R.E., Leavey, M., y Madden, N.A. (1984). Combining cooperative learning and individualized instruction: Effects on student mathematics achievement, attitudes and behaviours. *Elementary School Journal*, 84,409-422.
- Terán, M., y Pachano, M. (2009). El trabajo cooperativo en la búsqueda de aprendizajes significativos en clase de matemáticas de la educación básica. *Educere*, 13, 159-167.
- Thorndike, R. L. (1989). *Psicometría aplicada*. México: Limusa.
- Traver, J., y García, R. (2007). Construcción de un cuestionario-escala sobre actitud del profesorado frente a la innovación educativa mediante técnicas de trabajo cooperativo (CAPIC). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9 (1). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol.9no1/contenido-traver.html> [Consulta: 12/12/2011].