

REVISIÓN DE EXPERIENCIAS DE APRENDIZAJE COOPERATIVO EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

A review of cooperative learning experiences in experimental sciences

Revisão de experiências de aprendizagem cooperativo em ciencias experimentales

Rosario Isabel Herrada Valverde*, **Raúl Baños Navarro****

* Departamento de Didáctica y Organización Escolar, Universidad de Murcia, España

** Departamento de Ingeniería, Universidad de Almería, España

Correspondencia:
Rosario Isabel Herrada Valverde
Mail: e-mail: rherrada@um.es

Recibido: 06/07/2017; Aceptado: 10/12/2018
DOI: 10.17398/0213-9529.37.2.157

Resumen

En los últimos años existe un creciente interés por determinadas metodologías activas que, como en el caso del aprendizaje cooperativo, favorecen que los estudiantes adquieran competencias en el ámbito personal, social y profesional. El doble objetivo del presente estudio es, por un lado, revisar el estado del arte y dar a conocer diversas experiencias que han implementado dicha metodología por parte de docentes de diferentes materias relacionadas con las ciencias experimentales y, por otro, fomentar que otros docentes de estas áreas conozcan las ventajas y oportunidades que dicha metodología activa. A tenor de dichas investigaciones, se concluye que el aprendizaje cooperativo es una metodología adecuada para la enseñanza de las ciencias experimentales, ya que favorece la adquisición de competencias y mejora el rendimiento académico de los estudiantes, independientemente de la etapa educativa y de la materia en cuestión.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias; metodologías activas; aprendizaje cooperativo; revisión bibliográfica.

Abstract

In recent years there has been a growing interest in certain active methodologies which, as in the case of cooperative learning, encourage students to acquire personal, social and professional skills. The twofold objective of this study is, on the one hand, to review the state of the art and to publicize the various experiences that have implemented this methodology by teachers of different subjects related to experimental sciences and, on the other hand, to encourage other teachers in these areas to become aware of the advantages and opportunities that this active methodology offers. The research concludes that cooperative learning is an appropriate methodology for teaching the experimental sciences, as it promotes the acquisition of skills and improves the academic performance of students, regardless of the stage of education and the subject in question.

Key words: : science education; active methodologies; cooperative learning; bibliographic review

Resumo

Nos últimos anos tem havido um interesse crescente em determinadas metodologias ativas, que, como no caso da aprendizagem cooperativa, incentivar os alunos a adquirir útil pessoal, social e profissional. O objectivo deste estudo é, por um lado, rever o estado da arte e para divulgar as várias experiências que implementaram esta metodologia por professores de diferentes disciplinas relacionadas com as ciências experimentais e, por outro lado, incentivar outros professores nestas áreas para tornar-se consciente das vantagens e oportunidades que esta oferece metodologia ativa. A pesquisa conclui que a aprendizagem cooperativa é uma metodologia adequada para o ensino de ciências experimentais, na medida em que promove a aquisição de habilidades e melhora o desempenho acadêmico dos estudantes, independentemente da fase da educação e do assunto em questão.

Palavras-chave: Ensino de ciências; metodologias activas; aprendizagem cooperativa; revisão bibliográfica.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas venimos asistiendo a profundos cambios en el ámbito educativo propiciados, en gran medida, por la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), así como por las diferentes reformas educativas que han tratado de adaptar los procesos de enseñanza-aprendizaje a los nuevos tiempos. Esto ha venido acompañado de profundos cambios metodológicos en diferentes etapas educativas, entre los que podemos destacar el hecho de que el esquema tradicional de enseñanza, en el que los estudiantes son meros receptores de la información transmitida por el docente, está dando paso a nuevos modelos en los que los alumnos se convierten en los agentes principales sobre los que gira el proceso de enseñanza-aprendizaje, de forma que ellos participan activamente en la adquisición de sus propios conocimientos y competencias. De hecho, la adquisición de habilidades y competencias es vital en los tiempos actuales, en los que el proceso de globalización económica y social conlleva que los alumnos actuales tengan que afrontar situaciones a nivel personal, social y profesional significativamente diferentes a las vividas por generaciones previas. Así pues, nos encontramos en un nuevo contexto en el que la educación permanente resulta imprescindible. En este sentido, algunos autores enfatizan el denominado enfoque centrado en el alumno (Ontoria-Peña, 2004; Silva, 2017), que requiere un currículo integrado y un enfoque cooperativo en la práctica del aula (Guarro-Pallás, 2008). Para implantar el currículo basado en competencias, resulta conveniente adoptar metodologías activas que supongan una manera innovadora de enseñar y un reto para aprender (Vázquez-Romero, 2012). Estas metodologías no están enfocadas a que los alumnos memoricen contenidos, sino a que estos desarrollen destrezas y habilidades al objeto de que adquieran competencias útiles para su desarrollo personal y profesional.

Entre estas metodologías activas, el aprendizaje cooperativo ocupa un lugar destacado dada su utilidad para el desarrollo de competencias básicas y específicas, así como por su efectividad a la hora de romper con tabúes vinculados a las relaciones interpersonales entre los estudiantes (León-del Barco et al., 2004), favoreciendo la educación inclusiva (Cabrera y Davyt, 2015). Además, dicha metodología propicia el desarrollo de las inteligencias múltiples, y entre ellas, de la inteligencia espacial ya que, al trabajar en grupos, los alumnos representan ideas y perciben detalles visuales; la inteligencia interpersonal, puesto que los alumnos establecen relaciones entre sí más allá del ámbito puramente académico; o la inteligencia física-cinestésica, derivada de la necesidad de ejercer su propia motricidad para expresarse durante las actividades (García-Rincón de Castro, 2010). El uso de esta metodología, en combinación con otras tales como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos o el estudio de casos, favorece una mayor participación, comunicación, implicación y responsabilidad por parte de los alumnos, lo que repercute, a su vez, en la mejora de los resultados académicos de los mismos. Además, estas metodologías son compatibles con otras acciones complementarias como, por ejemplo, el diseño de materiales o el desarrollo de tutorías entre iguales. De hecho, la construcción del conocimiento haciendo uso de estrategias cooperativas permite que el conocimiento se libere de determinadas restricciones habituales al aplicar otras metodologías tradicionales (Rascón-Gómez y Cabello Fernández-Delgado, 2013).

Aunque el aprendizaje cooperativo es una metodología cada vez más conocida, aún hay determinados ámbitos en los que su implantación no está muy extendida. Este es el caso de las materias de ciencias experimentales, donde aún es habitual que la docencia se base en clases magistrales tradicionales, pese a que, desde tiempo atrás, diversos autores vienen advirtiendo de que las calificaciones académicas no son una buena medida del nivel de aprendizaje o que la persistencia de los modelos precientíficos en la mente del alumno puede llegar a ser una causa del fracaso en el proceso de aprendizaje (Vázquez-Alonso, 1990). No obstante, como veremos posteriormente, desde hace ya algunos años, existen estudios que vienen investigando el rendimiento académico de los estudiantes en materias de ciencias experimentales (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 1992), y hay

un grupo creciente de autores que resaltan las oportunidades que el aprendizaje cooperativo ofrece a la hora de afrontar los elevados índices de fracaso escolar existente en materias de ciencias (Aramendi et al., 2011). El nivel educativo de los alumnos, así como las tasas de fracaso escolar vienen siendo objeto de estudio sistemático por parte de organismos nacionales e internacionales. Tal y como señalan Méndez-Coca y Méndez-Coca (2013), el informe TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), o el informe PISA (Programme for International Student Assessment), entre otros estudios, ponen de manifiesto la necesidad de que los estudiantes adquieran competencias generales y específicas. Según estos autores, es necesario que los profesores de ciencias adopten nuevos métodos didácticos que, como es caso del aprendizaje cooperativo, tengan efectos positivos en la motivación y en el aprendizaje del alumnado.

El presente estudio recopila y aporta visibilidad a diversas investigaciones centradas en el aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales implementadas en diferentes niveles educativos. Para ello ha sido necesario recopilar y revisar un elevado número de publicaciones aunque, por limitaciones de espacio, nos hemos ceñido a algunas de las investigaciones más destacadas que se han publicado en revistas en idioma castellano.

Metodologías activas de enseñanza-aprendizaje

A través de las metodologías activas los alumnos se convierten en artífices de su propio proceso de aprendizaje, favoreciendo el desarrollo de habilidades de búsqueda, selección, análisis y evaluación de la información, asumiendo un papel más activo en la construcción del conocimiento, a la vez que fomentan su participación en actividades que les permiten intercambiar experiencias y opiniones con sus compañeros. Estas metodologías propician que los estudiantes se involucren en procesos de reflexión sobre lo que hacen, cómo lo hacen y qué resultados logran, proponiendo acciones concretas de mejora. A su vez, estas metodologías les permiten tomar contacto con su entorno para intervenir social y profesionalmente en él mediante actividades cooperativas, participación en proyectos, o estudios de casos (Benito y Cruz, 2005).

Entre estas metodologías activas destaca, por su uso en diferentes contextos educativos, el Aprendizaje Cooperativo (AC), que consigue optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje incluso en materias de gran complejidad, como son aquellas relacionadas con las ciencias experimentales. La cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes, de forma que los individuos procuran obtener resultados que sean beneficiosos para ellos mismos y para todos los demás miembros del grupo. Desde este punto de vista, el AC se basa en el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás. Este método contrasta con el enfoque tradicional basado en un aprendizaje individualista y competitivo en el que los estudiantes trabajan por su cuenta para lograr metas de aprendizaje desvinculadas de las de sus compañeros (Johnson, Johnson y Holubec, 1999; Pujolàs-Maset, 2005). De hecho, Johnson y Johnson (1989) señalan que la capacidad de todos los alumnos de aprender a trabajar cooperativamente con los demás es básica para construir y mantener relaciones interpersonales, por lo que recomiendan prestar atención al desarrollo de estas habilidades en las relaciones cooperativas con los demás. Además, diversos estudios han demostrado que el aprendizaje cooperativo fomenta la integración de conocimientos y competencias interdisciplinares (López-Rey et al., 2015). De hecho, el AC no sólo es una metodología de enseñanza-aprendizaje eficaz, sino que diversos autores, incluso, consideran que debería ser un contenido más que los alumnos tendrían que aprender y aplicar de forma sistemática a lo largo de su escolaridad (Pujolàs-Maset, 2008).

El trabajo en grupo aplicando la metodología de AC requiere incorporar cinco elementos básicos: la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, la interacción cara a cara, las habilidades interpersonales, y la supervisión grupal (Del Pozo-Roselló y Horch, 2008). Además, se han propuesto diversos modelos a la hora de diseñar tareas cooperativas según el contexto (Trujillo-Sáez y Ariza-Pérez, 2010), incluyendo la técnica del puzzle o rompecabezas (Jigsaw), el aprendizaje por equipos de estudiantes (Student team learning), la técnica de aprender juntos (Learning together), y la investigación en grupo (Group investigation). Distintos estudios señalan que la complejidad del mundo real puede abordarse de forma eficaz haciendo uso de dicha metodología activa, ya que ayuda a percibir mejor la realidad (Llopis-Pla, 2011). En esta línea, según Vilches y Gil-Pérez (2011), el AC es una herramienta imprescindible para el estudio de las ciencias, ya que favorece el aprendizaje significativo y la cultura científica, mejorando el clima en el aula al implicar a docentes y discentes en una tarea común

METODOLOGÍA

Pese a que existe un sólido marco teórico sobre la planificación y funcionamiento de actividades basadas en AC (Johnson y Johnson, 1989), la implementación en el aula depende de las características asociadas a la etapa educativa y de la asignatura o materia sobre la que se aplican las actividades cooperativas. Este artículo tiene como objetivo determinar los principales aspectos a considerar a la hora de implementar el AC en el ámbito de las ciencias experimentales. Para ello, en primer lugar, se ha llevado a cabo una búsqueda en Dialnet (2018), que es uno de los mayores portales bibliográficos del mundo, cuyo principal cometido es dar visibilidad a la literatura científica hispana. En la actualidad, Dialnet incluye seis millones de referencias, y cuenta con casi dos millones de usuarios. En concreto, la búsqueda realizada en esta base de datos se ha centrado en artículos publicados en revistas periódicas españolas y de otros países iberoamericanos publicadas en las últimas décadas, que contienen el término “aprendizaje cooperativo” en el Título, en el Resumen, o en las Palabras Clave. A partir de los resultados obtenidos en esta búsqueda, se realizó un segundo filtrado para seleccionar aquellos documentos relacionados con las ciencias experimentales, incluyendo Química, Física, Biología y Geología. Una vez hecha esta selección, se han analizado y clasificado los artículos encontrados dentro de las siguientes categorías: (i) enseñanzas no universitarias, que incluye las etapas de Educación Primaria, Secundaria, Bachillerato, y Formación Profesional; y (ii) enseñanzas universitarias, que incluye Grados y Másteres. Esta categorización basada en etapas educativas ha sido utilizada en investigaciones previas (Trujillo-Sáez y Ariza-Pérez, 2006).

Aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales

El estudio de las materias de ciencias experimentales conlleva que los estudiantes deben adquirir unos conocimientos avanzados sobre procesos y procedimientos complejos que explican numerosas situaciones del mundo real. Es precisamente la complejidad de dichas materias lo que hace que el uso de metodologías activas resulte especialmente adecuado para que los estudiantes adquieran competencias para afrontar retos personales, sociales y profesionales.

Gran parte de los estudios que analizamos tratan de determinar si el uso del AC supone una mejora en la adquisición de competencias, en el grado de motivación y en los resultados académicos. Por ello, resulta habitual que los docentes administren cuestionarios u otros instrumentos a los estudiantes para evaluar sus conocimientos y opiniones antes de la implementación del AC y, posteriormente, que administren un segundo cuestionario u otro instrumento de recogida de información con el objetivo de comparar dicha metodología con otros métodos de enseñanza tradicionales, principalmente con la lección magistral. A continuación comentamos las experiencias más destacadas

1. Enseñanzas no universitarias

En Educación Primaria, encontramos experiencias interesantes, como la propuesta de Gallegos-Reséndiz et al. (2013), quienes hacen uso del AC para desarrollar la inteligencia y la creatividad en estudiantes de biología. Según las conclusiones de dichos autores, los alumnos mejoran su comprensión sobre la anatomía y fisiología de los insectos, además de indicar que esta forma de trabajar es ideal para incentivar la creatividad de los alumnos. Además, los docentes consideran que dicha metodología podría extenderse fácilmente a la etapa de Educación Secundaria y a todo tipo de materias. En esta línea, Díaz-Perea y Muñoz-Muñoz (2013) sugieren que los docentes hagan uso de metodologías cooperativas para fomentar aprendizajes científicos significativos y funcionales que den respuesta a la diversidad del alumnado.

Una de las principales inquietudes en el ámbito educativo es el elevado fracaso escolar entre los alumnos, y en particular en materias de ciencias (Aramendi et al., 2011). Es por ello que numerosos docentes han propuesto el uso del AC para resolver, o al menos atenuar, dicha situación, especialmente en educación secundaria, donde es habitual la coexistencia de alumnos con motivaciones y capacidades heterogéneas. Con este enfoque, Méndez-Coca (2012), además de reflexionar sobre los motivos del fracaso escolar, incluyendo las materias de ciencias, analiza si esto vendría derivado del uso de determinadas metodologías de enseñanza-aprendizaje. Para ello evalúa de forma simultánea dos grupos homogéneos de tercer curso de educación secundaria en una asignatura de física, utilizando en uno de ellos una metodología cooperativa (grupo experimental) y en el otro el método de enseñanza tradicional (grupo de control). La homogeneidad de los grupos es corroborada al concluir que las diferencias entre las capacidades intelectuales de los alumnos no son significativas, así como que su interés respecto a la materia es similar. A partir de los resultados obtenidos sobre los conocimientos que los alumnos tienen sobre conceptos tales como la densidad, presión, volumen, temperatura y calor, el autor concluye que el AC facilita la comprensión y el interés entre los estudiantes. En un estudio posterior, este autor vuelve a analizar la opinión y motivaciones de los alumnos de educación secundaria en una asignatura de física y química (Méndez-Coca, 2015). En concreto, lleva a cabo una implementación práctica en la que se aplican diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje, para lo cual divide a los alumnos de la asignatura en tres grupos: un grupo tradicional, en el que se seguía un libro de texto de forma que el profesor atendía las dudas planteadas y resolvía ejercicios en la pizarra sin participación activa de los alumnos; otro grupo en el que el profesor desarrollaba sus explicaciones expositivas haciendo uso de páginas de Internet, videos y presentaciones Microsoft PowerPoint; y un tercer grupo en el que se implementaba el AC. A partir de los datos recopilados en diferentes tests y de la observación del profesor, se concluye que los alumnos del grupo que utilizan la metodología tradicional tienen un papel pasivo, lo que redundaría en cierto desinterés hacia el desarrollo de la asignatura. En cambio, aquellos alumnos de los grupos que aplican la metodología cooperativa y los que hacen uso de las nuevas tecnologías experimentan cambios de mayor calado.

Otros estudios también han evidenciado que las TICs son adecuadas para poner en práctica actividades cooperativas, ya que permiten un diseño flexible de las actividades didácticas y favorece que los diferentes miembros de los grupos cooperativos compartan y analicen información (Cánovas y Marimon, 2013). Por otra parte, Aguilar-Cañizalez et al. (2011) presentaron una investigación descriptiva con alumnos de enseñanzas medias en la que se aplicó de forma conjunta el AC y el aprendizaje basado en problemas para trabajar contenidos relacionados con las sustancias químicas, la nomenclatura química, el equilibrio químico, y los catalizadores. A partir de la información recopilada mediante cuestionarios y métodos de estimación, estos autores evaluaron el comportamiento y aptitudes de los estudiantes, concluyendo que dichas metodologías se traducen en una mayor participación activa de los mismos en el proceso de aprendizaje, desarrollo de habilidades y destrezas

para la resolución de los problemas, y mayor motivación hacia la asignatura. Por otro lado, el uso del AC queda también justificado en el compendio de estudios llevados a cabo por Balocchi et al. (2005a, 2005b, 2006). Estos autores señalan que existen determinados problemas cuya resolución requiere de la participación de un grupo de personas que trabajen en equipo. Este es el caso de las materias de física y química que se imparten en la escuela, donde el aprendizaje individualista debe dejar paso a un aprendizaje basado en la cooperación (Balocchi et al., 2005a). Para ello, estos autores plantean diferentes actividades cooperativas que tratan conceptos relacionados con física y química, de forma que diferentes grupos cooperativos heterogéneos llevan a cabo tareas cuyo contenido se materializa en un cuaderno. En concreto, implementan una actividad encaminada a explicar hechos experimentales a través del concepto de reacción química haciendo uso de la teoría de Dalton (Balocchi et al., 2005b). De igual forma, analizan el concepto y cálculo de la masa atómica de los elementos y el concepto de masa molar (Balocchi et al., 2006). De los resultados se desprende que el trabajo cooperativo en grupos heterogéneos de tamaño reducido favorece la interacción entre los alumnos.

Ibáñez y Gómez-Alemany (2004) analizan las opiniones de los alumnos sobre un conjunto de actividades en la que se desarrollan estrategias encaminadas a mejorar la organización del aula atendiendo a principios de gestión cooperativa. En concreto, se plantean actividades de carácter heterogéneo (grupos de tamaño variable, aplicación puntual de la técnica del puzzle, etc.) sobre materias de química y ciencias naturales, tales como el estudio de la densidad y métodos de separación de sustancias químicas, o el estudio de animales invertebrados. Al respecto de dicha experiencia, los alumnos dicen aprovechar mejor el tiempo que cuando se hace uso de metodologías tradicionales, mientras que los docentes afirman que la cooperación favorece la participación, integración, establecimiento de vínculos de amistad, así como una mejora en los resultados académicos de los alumnos. Fragueiro-Barreiro et al. (2012) implementan una actividad cooperativa relacionada con el medio natural, en concreto sobre el estudio de los animales vertebrados e invertebrados. Dicha experiencia permite a estos investigadores observar una mejora en su proceso de aprendizaje, la adquisición de determinadas competencias, así como un mayor interés por parte de los estudiantes en lo que se refiere al conocimiento del medio. Martín-Pérez et al. (2013) plantean la necesidad de que el alumnado tome conciencia de la importancia de llevar a cabo acciones encaminadas a la conservación y sostenibilidad del medio ambiente. Con este objetivo, en el marco de unas jornadas culturales, los alumnos participan en una serie de actividades cooperativas, de forma que aquellos de mayor edad transmitían aprendizajes a los más jóvenes. Estas actividades no sólo resultaron dinámicas y divertidas para los alumnos, sino que también fomentó hábitos de convivencia e impulsó la adquisición de valores y comportamientos cívicos ante la problemática asociada a la degradación del medio ambiente. En esta línea, De Cea (2017) plantea que el aprendizaje cooperativo puede ayudar a promover entre los escolares una conciencia ecológica desde el aprendizaje de la química, para que estos sean conscientes de la importancia de cuidar nuestro planeta y conservar el medio ambiente.

Además de las experiencias relacionadas con el uso del AC en Educación Secundaria para mejorar la adquisición de conocimientos y competencias en materias del currículo, algunos autores han implementado estrategias cooperativas para fomentar las habilidades de investigación entre los alumnos (Chávez-Vera y Trias, 2016). En el caso de las materias de ciencias podemos encontrar algunos estudios, como el presentado por Di'bacco y Matute (2006), quienes analizaron hasta qué punto esta metodología podría mejorar la adquisición de habilidades cognoscitivas de los estudiantes al elaborar trabajos de investigación experimental en una asignatura de química. A partir de los datos estadísticos recopilados, dichos autores verificaron que los estudiantes que utilizaron AC al elaborar dichos trabajos adquirieron mayores habilidades cognoscitivas que aquellos que asistieron únicamente

a sesiones expositivas. Estos resultados son corroborados por otros estudios, como el de Medrano-Gerardo et al. (2015), quienes plantearon que un grupo de alumnos de educación secundaria que cursaban una materia de química aplicaran aprendizaje cooperativo haciendo uso de diferentes estrategias, tales como la técnica del puzzle o rompecabezas y cooperación guiada. Al comparar al grupo experimental con el grupo de control, en el que no se aplicaba aprendizaje cooperativo, se pudo corroborar que la cooperación influye positivamente en el aprendizaje y adquisición de competencias por parte de los alumnos.

Tras finalizar la etapa de educación secundaria, los estudiantes entran en otra etapa decisiva, como es el bachillerato, no sólo por la dificultad de las materias objeto de estudio, sino también por el hecho de que la elección de un determinado itinerario formativo condicionará las titulaciones universitarias a las que podrán optar con posterioridad. En muchas ocasiones, los alumnos se desmotivan y llegan a abandonar el itinerario que cursan al ser conscientes de este no es adecuado para cursar determinados estudios universitarios. Además, tal y como señala Castellví (2010), si en una clase hay un alto porcentaje de alumnos desmotivados por dicha circunstancia, el profesor, subconscientemente, tiende a reducir el nivel de exigencia.

Para abordar dicha problemática, este autor desarrolla un proyecto multidisciplinar basado en AC para corregir la percepción generalizada entre los estudiantes de que muchos temas eran eminentemente teóricos y con poca utilidad en la práctica. Dicho proyecto trataba cuestiones relacionadas con la física y la climatología con diferentes finalidades, entre las que se encontraban potenciar las destrezas cognitivas y que los alumnos entendieran los principios fundamentales de estas materias, de forma que tomaran conciencia de la importancia de comprender los procesos físicos más que de conocer cómo se realiza su medida. Es decir, que el docente no se centre únicamente en promover la memorización de contenidos por parte de los alumnos, sino también en que estos adquieran competencias de análisis. Esta metodología es aplicada por Díaz-Jiménez et al. (2016), quienes analizan el uso del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de física en un instituto de educación media superior en el que los estudiantes deben realizar cálculos y adquirir conocimientos sobre evaluación del calor. Según dichos autores, el análisis del examen y ejercicios realizados por los alumnos denotan que aquellos que aplican aprendizaje cooperativo alcanzan mejores resultados que aquellos alumnos sobre los que se aplica un modelo de enseñanza tradicional.

Lloret y Maté-Calleja (1996) llevaron a cabo una actividad con alumnos de bachillerato basada recorrer un itinerario urbano en la que los alumnos debían poner en práctica sus conocimientos sobre geología mediante un análisis de rocas urbanas. Para ello, los alumnos trabajaban en grupos haciendo uso de diferentes instrumentos de medición de forma cooperativa, lo que les permitió mejorar su rendimiento académico, así como incrementar el grado de interacción con sus compañeros. También en bachillerato encontramos investigaciones como las desarrolladas por Sánchez-Ruiz y González-Fernández (2015), quienes plantean una propuesta didáctica en una asignatura sobre educación ambiental haciendo uso del portafolio. A tenor de los resultados obtenidos a través de rúbricas y observación de los grupos experimentales y de control, estas autoras llegan a la conclusión de que estas metodologías activas fomentan entre los estudiantes el desarrollo de reflexiones coherentes y fundamentadas con respeto hacia el medio ambiente.

En el contexto de la formación profesional, se han llevado a cabo diferentes experiencias encaminadas a la mejora de la calidad educativa mediante la implementación de técnicas cooperativas. Así, Jiménez-Valverde et al. (2005) hacen uso de estructuras cooperativas para resolver prácticas de laboratorio con el alumnado de ciclos formativos de grado superior de la rama de química, en las que se realiza un análisis de aguas mediante el estudio de volumetrías para determinar la alcalinidad, la dureza, y la concentración de cloruro, entre otras características. El objetivo didáctico de esta

experiencia es atender a la diversidad académica de los estudiantes, hecho que parece corroborarse a tenor de la valoración positiva que hacen los propios alumnos sobre esta metodología, y especialmente por la disponibilidad de los estudiantes de mayor nivel a trabajar junto a los de menor nivel. Posteriormente, Jiménez-Valverde y Llitjós-Viza (2006a, 2006b, 2006c) analizaron las ventajas ofrecidas por las TICs en estos ciclos formativos, de forma que los alumnos trabajaban cooperativamente para crear materiales hipermedia relacionados con materias de química ambiental. Según dichas investigaciones, el aprendizaje cooperativo suple los bajos niveles de interactividad y la falta de dinamismo, tan habituales en procesos de enseñanza-aprendizaje regidos por el uso casi exclusivo de libros de texto. En otro estudio posterior desarrollado en el mismo contexto, Jiménez-Valverde et al. (2007) concluyen, a partir de las opiniones recopiladas de dicho alumnado y su comparativa con otros grupos de estudiantes de centros extranjeros, que la lectura de comentarios de otros compañeros y de los docentes a través de foros de Internet resulta enriquecedora para la construcción de conocimiento personal, sin necesidad de coincidencia espacial y temporal.

2. Enseñanzas universitarias

A continuación exponemos algunas de las experiencias que hacen uso del aprendizaje cooperativo en enseñanzas universitarias. En dichas enseñanzas, la renovación pedagógica y la asimilación por parte del alumno de las metodologías activas tienen incluso mayor importancia, pues las competencias adquiridas deberán ser puestas en práctica en su futuro desempeño profesional. En este sentido, la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto un auténtico revulsivo para la implementación de metodologías activas de enseñanza-aprendizaje. Mediante el desarrollo de competencias se pretenden armonizar los estudios superiores y facilitar una movilidad que redunde en la mejora de los niveles de empleo y competitividad (Ontoria-Peña et al., 2004). Para ello, es necesario el desarrollo de competencias básicas y específicas que, en el caso de las materias de ciencias, incluye el ser capaz de trabajar en grupos multidisciplinares. Ello requiere, como sugiere Fernández-March (2006), que los profesionales de la educación reciban una formación continua e innoven en el aula para adaptarla a una nueva realidad social en la que la adquisición de competencias adquiere una gran relevancia.

Uno de los aspectos clave para el éxito de la metodología cooperativa radica en que ésta fomenta la adquisición de competencias entre el alumnado, por lo que resulta primordial conformar grupos cooperativos adecuados y seleccionar y diseñar correctamente las actividades a desarrollar. Por un lado, Pereira et al. (2017) muestran las virtudes del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en el ámbito universitario, a la vez que sugieren que los grupos cooperativos deben conformarse en base a la diversidad cognitiva de los alumnos. Por otro lado, son varios los estudios que destacan la importancia de diseñar correctamente las actividades a desarrollar (Fernández-March, 2006), así como la aplicación de dicha metodología haciendo uso de formatos innovadores. Así, Ochando-Gómez et al. (2008) llevaron a cabo una interesante experiencia en la que alumnos universitarios de química participaron en un mini-simposio con presentaciones orales y exposición de pósteres sobre diversos temas, tales como la tabla periódica, las pilas de combustible o la desalinización. Estay-Niculcar et al. (2009) reflexionan sobre la labor de los profesionales relacionados con la química, y presentan diferentes propuestas centradas en el diseño de proyectos de ingeniería química, tales como son los proyectos profesionales, así como las prácticas de trabajo grupales que fomenten el uso de técnicas cooperativas para resolver problemas, y en las que las TICs suponen un apoyo determinante. Los resultados de la propuesta de estos investigadores muestran que esta metodología mejora la formación, prepara para afrontar los nuevos retos profesionales y formativos derivados de la globalización, y promueve el autoaprendizaje y la formación continua. Las ventajas derivadas del uso de las nuevas tecnologías para promover el aprendizaje cooperativo en áreas de química son corroboradas por otros autores (Osicka et al., 2013). Casas-Mateus et al. (2013) desarrollan una actividad basada en el uso de metodologías activas, entre ellas el AC, con un grupo de

estudiantes que analizan las aleaciones cobre-zinc. Estos autores concluyen que el proceso de aprendizaje es muy adecuado tanto para docentes como para discentes, ya que favorece el análisis, síntesis y evaluación de la información. Otra investigación interesante es la presentada por Durán-Aponte y Durán-García (2013a), donde se analiza el grado de interacción entre diferentes estilos de aprendizaje y el desempeño grupal en experiencias cooperativas de estudiantes universitarios en una asignatura de termodinámica. A través de los datos recopilados en encuestas, los autores observan la existencia de una relación significativa entre el estilo reflexivo y la atribución interés/esfuerzo, por un lado, y el desempeño en el trabajo grupal, por otro. De esta forma, concluyen que en esta materia de termodinámica la cooperación entre pares y el apoyo docente permiten aprovechar de forma eficaz las oportunidades de aprendizaje, no sólo de los conceptos sino también de algunas habilidades que son claves para el desempeño profesional. Dichos autores corroboran que la mayoría de los alumnos lograron resolver problemas planteados en materias de termodinámica (Durán-Aponte y Durán-García, 2013b).

Toledo et al. (2012) realizaron una actividad de laboratorio con estudiantes de una asignatura sobre biología celular, en la que se debía diseñar un experimento que permitiera cuantificar el proceso asociado a la fotosíntesis, a la vez que permitiese que los estudiantes conocieran las diferentes fases del proceso, y en especial la fotólisis (reacción de Hill). Según los autores, este tipo de actividades fomentan el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje individual, de gran utilidad para complementar los conocimientos teóricos. También en el ámbito de la biología celular y la bioquímica se enmarca el estudio presentado por Mariles (2012), quién aplica la técnica del seminario con un enfoque basado en aprendizaje cooperativo, de forma que entre los alumnos reina un ambiente de diálogo e interacción basado en la investigación, lo que permite una retroalimentación en la construcción del conocimiento.

Vicente-Rodado et al. (2014) proponen como práctica innovadora el uso de aprendizaje cooperativo con alumnos de un grado universitario en la que se trabajan contenidos geológicos haciendo uso de rincones de trabajo. Según estos investigadores, el trabajo por rincones haciendo uso de estrategias cooperativas es una alternativa eficaz al desarrollo de las sesiones de clase mediante lecciones magistrales. Señalar que, al igual que en etapas preuniversitarias, en el ámbito universitario también se han utilizado satisfactoriamente estrategias cooperativas para fomentar la educación ambiental. Así, cabe destacar el estudio de Varela-Losada et al. (2014), en el que analizaron la adquisición de conocimientos y competencias del alumnado universitario sobre el medio ambiente, de forma que tras llevar a cabo dicha experiencia, la práctica totalidad de los alumnos percibieron una mejora en su comprensión sobre el funcionamiento de los ecosistemas, y sobre los efectos negativos derivados del cambio climático, a la vez que la mayoría de ellos reconocían no haber aplicado con anterioridad estrategias de colaboración y responsabilidad compartida. Martínez-Briones y Flores-Herrera (2015) demuestran empíricamente que el aprendizaje cooperativo junto con la técnica de la V de Gowin, que permite representar la estructura del conocimiento científico en contextos didácticos, ayudan a estudiantes universitarios de física a mejorar los procesos de adquisición e interpretación de datos experimentales relativos a aspectos tales como las leyes newtonianas, fuerzas, inercias, estática y dinámica del movimiento.

Por último, es preciso resaltar que un porcentaje importante de egresados universitarios de diferentes titulaciones de ciencias ejercerán su labor profesional como docentes, por lo que resulta conveniente que estos reciban una formación didáctica que favorezca el aprendizaje cooperativo (García-Carmona, 2013). De hecho, diversos autores llaman la atención sobre la importancia de formar a los futuros docentes en este ámbito, ya que debe existir coherencia entre la formación recibida y lo que se pretende que hagan después en el aula (Vilches y Gil-Pérez, 2011). Con objeto de identificar las bases sobre las que se asientan los programas de formación inicial del profesorado de ciencias experimentales, matemáticas y tecnología, Guisasola-Aranzábal et al. (2013) analizan cómo los futuros docentes, dentro de un master de formación del profesorado de educación secundaria, construyen sus esquemas a partir de un enfoque de aprendizaje centrado en el estudiante con apoyo de técnicas de

AC. A partir de los resultados obtenidos en dicha experiencia, así como de la información plasmada en los trabajos fin de master de algunos de ellos, los autores deducen que, si bien estos estudiantes asimilaron diferentes conceptos relacionados con el AC y desarrollaron competencias pedagógicas básicas, el grado de adopción de las mismas dependía, en gran medida, de otras experiencias significativas de aprendizaje, incluyendo la integración de las prácticas dentro de las actividades a desarrollar a lo largo de los estudios de máster.

3. Síntesis de resultados

Las investigaciones que acabamos de analizar muestran numerosos beneficios derivados del uso de técnicas de aprendizaje cooperativo en el ámbito de las ciencias experimentales. La Tabla 1 sintetiza estas ventajas en diferentes etapas educativas en base a las referencias analizadas. Como se puede observar, diferentes autores destacan las ventajas que ofrece el aprendizaje cooperativo tanto en lo que respecta a la motivación de los alumnos, a la adquisición de habilidades y competencias, así como en la mejora de los resultados académicos.

CONCLUSIONES

En el presente trabajo se han analizado numerosas experiencias didácticas que hacen uso del aprendizaje cooperativo en materias de ciencias experimentales en diferentes niveles educativos. Además de revisar el uso de dicha metodología en estas materias, la revisión bibliográfica también pretende ser una guía comprensible para docentes e investigadores interesados en implementar el AC en el aula. Se trata de una revisión bibliográfica completa y actualizada sobre publicaciones que analizan innovaciones didácticas basadas en esta metodología en la enseñanza de las ciencias experimentales.

Tabla 1. Principales ventajas del aprendizaje cooperativo en ciencias experimentales.

Aspectos positivos	Etapas no universitarias	Etapas universitarias
Incrementa el interés, la motivación y el dinamismo	Méndez-Coca (2012) (Méndez-Coca, 2015) Aguilar-Cañizalez et al. (2011) Fragueiro-Barreiro et al. (2012) Jiménez-Valverde y Llitjós-Viza (2006a, 2006b, 2006c)	
Mejora la interacción, la convivencia y el respeto	Balocchi et al., (2006) Ibáñez y Gómez-Alemany (2004) Lloret y Maté-Calleja (1996)	Mariles (2012)
Promueve la reflexión		Durán-Aponte y Durán-García (2013a)
Promueve el autoaprendizaje y la formación continua		Estay-Niculcar et al. (2009)
Mejora la comprensión	Méndez-Coca (2012) (Méndez-Coca, 2015)	Varela-Losada et al. (2014)
Mejora la inteligencia y creatividad	Gallegos-Reséndiz et al. (2013)	
Mejora la competencia de búsqueda, análisis o comprensión de información	Cánovas y Marimon (2013)	Martínez-Briones y Flores-Herrera (2015)
Mejora el aprovechamiento del tiempo	Ibáñez y Gómez-Alemany (2004)	
Fomenta el interés por la investigación	Chávez-Vera y Trias (2016) Di'bacco y Matute (2006)	Mariles (2012)
Permite atender a la diversidad del alumnado	Jiménez-Valverde et al. (2005)	
Fomenta la adquisición de competencias	Fragueiro-Barreiro et al. (2012) Medrano-Gerardo et al. (2015)	
Mejora el desempleo/ rendimiento académico	Díaz-Jiménez et al. (2016) Lloret y Maté-Calleja (1996)	Durán-Aponte y Durán-García (2013a)

Una de las conclusiones que podemos ofrecer a partir de las publicaciones analizadas es que la dificultad asociada a los contenidos de las materias de ciencias provoca que las metodologías tradicionales, basadas principalmente en la clase expositiva magistral, resulten poco eficaces a la hora de dotar a los estudiantes de habilidades y destrezas adecuadas, mientras que el aprendizaje cooperativo favorece los procesos de enseñanza-aprendizaje de estas materias en diferentes niveles educativos. A este respecto, podemos indicar que la implementación adecuada de actividades cooperativas podría ayudar a que el alumnado desarrolle determinadas competencias de mayor utilidad que la simple memorización de contenidos. Además, las experiencias analizadas confirman que el AC contribuye a la mejora del clima de trabajo en el aula, incrementa el interés del alumnado sobre las materias objeto de estudio, y ayuda a mejorar los resultados académicos.

No obstante, diversos autores sugieren algunas líneas de trabajo futuro para mejorar la eficacia de esta metodología en asignaturas de ciencias. Así, algunos observan ciertas deficiencias derivadas de la forma de evaluar, por lo que resulta conveniente hacer uso de métodos de evaluación específicos que se adapten a esta metodología. Otra línea de trabajo abierta hace referencia a la combinación del AC con otras metodologías activas, tales como el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje basado en proyectos. Sin duda, otro aspecto que puede ser de gran relevancia sería estudiar el papel que están adquiriendo las tecnologías de la información y de la comunicación en la implementación del aprendizaje cooperativo, ya que el uso de herramientas de comunicación virtual puede ayudar a eliminar ciertas barreras espacio-temporales, posibilitando la implementación de esta u otras metodologías activas. Por último, destacar también que algunos autores demandan una mayor formación de los docentes para posibilitar la implementación del aprendizaje cooperativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Cañizalez, M., Inciarte-González, A. y De Jesús-Parra, Y. (2011). Aprendizaje basado en problemas y aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica para la enseñanza de la Química. *REDHECS: Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 11, 199-219.
- Aramendi-Jáuregui, P., Vega-Fuente, A. y Santiago-Etxeberria, 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.
- Balocchi, E., Modak, B., Martínez, M., Padilla, K., Reyes-Cárdenas, F. y Garrita-Ruiz, A. (2005a). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte I. El aprendizaje cooperativo. *Educación Química*, 16(3), 469-485.
- Balocchi, E., Modak, B., Martínez, M., Padilla, K., Reyes-Cárdenas, F. y Garrita-Ruiz, A. (2005b). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte II. Concepciones alternativas de 'reacción química'. *Educación Química*, 16(4), 550-567.
- Balocchi, E., Modak, B., Martínez, M., Padilla, K., Reyes-Cárdenas, F. y Garrita-Ruiz, A. (2006). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte III. Concepciones acerca de la 'cantidad de sustancia' y su unidad 'el mol'. *Educación Química*, 17(1), 10-28.
- Benito, A. y Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Cabrera, C. y Davyt, A. (2015). Aprendizaje cooperativo en estudiantes de ciencias exactas y naturales: el "Programa Compromiso Educativo". *Revista Iberoamericana de Educación*, 67(1), 203-216.
- Cánovas, M. y Marimon, M. (2013). Aspectos afectivos en una experiencia de aprendizaje colaborativo mediada por tecnologías. *Campo Abierto*, 32(2), 51-69.
- Casas-Mateus, J.A., Pinzón-Beltrán, D.C. y Molina, M.F. (2013). Determinación de cobre y zinc en muestras falseadas de latón. Niveles de abertura como propuesta de enseñanza de la técnica de titulación complejométrica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 445-457.

- Castellví, F. (2010). Descripción de un proyecto de aprendizaje cooperativo multidisciplinar. Estimación versus medida de la radiación neta. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(3), 628-634.
- Chávez-Vera, K.J. y Trias, Y. (2016). Formación de investigadores noveles mediante el aprendizaje cooperativo. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 32 (7), 455-460
- De Cea, S. (2017). Aprender química en primaria: propuesta didáctica para la enseñanza del cambio químico. *Tabanque*, 30, 137-158.
- Del Pozo-Roselló, M. y Horch, M. (2008). Estructuras de aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de Pedagogía*, 376, 69-71.
- Díaz-Jiménez, H-J., Martínez-Negrete, M.A., López-Ortega, A. (2016). El uso del aprendizaje cooperativo para la enseñanza de los conceptos de calor y temperatura a nivel medio superior. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10(2), 1-11.
- Díaz-Perea, M.R. y Muñoz-Muñoz, A. (2013). Los murales y carteles como recurso didáctico para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(3), 468-479.
- Di'bacco, L. y Matute, S. (2006). Aprendizaje cooperativo para el desarrollo de habilidades cognitivas. *Revista Electrónica Educare*, 10(2), 175-190.
- Durán-Aponte, E. y Durán-García, M. (2013a). Aprendizaje cooperativo en la enseñanza de termodinámica: Estilos de aprendizaje y atribuciones causales. *Revista Estilos de Aprendizaje*, 11(11), 256-275.
- Durán-Aponte, E. y Durán-García, M. (2013b). La Termodinámica en los Estudiantes de Tecnología: Una Experiencia de Aprendizaje Cooperativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 45-59.
- Estay-Niculcar, C.A., Fernández, J., Gracia-Villar, S., García-Carrillo, A., Cremades-Oliver, L.V., Dzul-López, L. y González-Benítez, M. (2009). Metodología de diseño de proyectos de Ingeniería Química a partir del fomento del aprendizaje cooperativo. *Afinidad*, 66(539), 7-14.
- Fernández-March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24, 35-56.
- Fragueiro-Barreiro, M.S., Muñoz-Prieto, M.M. y Soto-Fernández, J. R. (2012). "1-2-4" una técnica de aprendizaje cooperativo sencilla aplicada al área de conocimiento del medio natural, social y cultural. *Innovación Educativa*, 22, 87-96.
- Gallegos-Reséndiz, C., Sagaz-Olvera, M.A., Sánchez-Gregorio, A., Huerto-Delgadillo, M.L. y Sánchez-Ramos, M.A. (2013). Desarrollo de un proyecto de ciencia basado en el uso de diversas inteligencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 100-109.
- García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes. Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (4), 552-567.
- García-Rincón de Castro, C. (2010). Chica de "inteligencias múltiples" busca chico de "aprendizajes cooperativos" cómo hacer de la escuela un proyecto de inteligencias compartidas. *Padres y Maestros*, 331, 5-8.
- Guarro-Pallás, A. (2008). Competencias básicas currículum integrado y aprendizaje cooperativo. *Investigación en la Escuela*, 66, 29-42.
- Guisasola-Aranzábal, J., Barragués-Fuentes, J. I. y Garmendia, M. (2013). El Máster de Formación Inicial del Profesorado de Secundaria y el conocimiento práctico profesional del futuro profesorado de Ciencias Experimentales, Matemáticas y Tecnología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(número extraordinario), 568-581.
- Ibáñez, V.E. y Gómez-Aleman, I. (2004). ¿Qué pasa cuando cooperamos? Hablan los alumnos. *Investigación en la Escuela*, 54, 69-79.
- Jiménez-Valverde, G., Llobera-Jiménez, R.M. y Llitjós-Viza, A. M., (2005). Los niveles de apertura en las prácticas cooperativas de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), 1-22.
- Jiménez-Valverde, G., Núñez-Cruz, E. y Llitjós-Viza, A. M. (2006a). Synergieia, un entorno telemático cooperativo en el área de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 50, 84-90.
- Jiménez-Valverde, G. y Llitjós-Viza, A. M. (2006b). Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 115-133.
- Jiménez-Valverde, G. y Llitjós-Viza, A.M. (2006c). Producción cooperativa de materiales hipermedia en espacios compartidos de trabajo un caso de enseñanza de la Química. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(2), 1-14.

- Jiménez-Valverde, G., Llitjós-Viza A.M. y Puigcerver-Oliván, M. (2007). Evaluación de entornos para el aprendizaje cooperativo telemático: Synergeia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(1), 1-16.
- Johnson, D.W. y Johnson, R.T. (1989). *Cooperation and competitions. Theory and research*. Edina, MN. Interaction Book Company.
- Johnson, D.W., Johnson, R.T. y Holubec, E.J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Ed. Paidós.
- León-Del Barco, B., Gozalo-Delgado, M. y Castro-Vicente, F. (2004). Factores interpersonales que condicionan la eficacia del aprendizaje cooperativo. El papel de las habilidades sociales. *Ciencia Psicológica*, 9, 79-92.
- Llopis-Pla, C. (2011). Aprendizaje cooperativo. *Crítica*, 972, 37-41.
- Lloret, F. y Maté-Calleja, M. (1996). El trabajo cooperativo en itinerarios de geología con alumnos de secundaria. *Aula de Innovación Educativa*, 57, 43-47.
- López-Rey, M.J., Corrales-Dios, N.M., Corchuelo-Martínez-Azúa, B. y Blanco-Sandía, M.A. (2015). Interdisciplinariedad a través del aprendizaje cooperativo para la adquisición de competencias. *Campo Abierto*, 34(1), 103-121.
- Mariles, S. (2012). El seminario como fuente de aprendizaje cooperativo en el desarrollo de las ciencias biológicas. *Horizontes Pedagógicos*, 14(1), 141-155.
- Martín-Pérez, G., Barba-Martín, R. y Torres-Jiménez, R. (2013). El aprendizaje cooperativo en una jornada en el medio natural. *La Peonza: Revista de Educación Física para la Paz*, 8, 51-60.
- Martínez-Briones, C.A. y Flores-Herrera, J. (2015). Mejoramiento en la interpretación de los datos experimentales en los laboratorios de Física A, utilizando aprendizaje cooperativo y la técnica de la V Gowin. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(2), 1-6.
- Medrano-Gerardo, C.M., Osuna-Martínez, I., Garibay-López, J.L. (2015). La eficiencia del aprendizaje cooperativo en la enseñanza de la química en el nivel medio superior. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo: RIDE*, 6(11), 309-318.
- Méndez-Coca, D. (2012). El aprendizaje cooperativo y la enseñanza tradicional en el aprendizaje de la Física, *Educación y Futuro: Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas*, 27, 179-200.
- Méndez-Coca, M. y Méndez-Coca, D. (2013). El cambio didáctico y sus consecuencias en el profesorado de matemáticas y ciencias. *Historia y Comunicación Social*, 18(Especial), 29-40.
- 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 XX1*, 18(2), 215-235.
- Ochando-Gómez, L.E., Pou-Amérigo, R., García-Lopera, R. y Bertomeu-Sánchez, J.R. (2008). Metodologías activas en el marco del EEES aprendizaje cooperativo basado en trabajos en equipos coordinados. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 2, 135-139.
- Ontoria-Peña, A. (2004). Aprendizaje centrado en el alumno (ACA). Nueva mentalidad docente en la convergencia europea. *ED.UCO: Revista de Investigación Educativa*, 1, 38-61.
- Ontoria-Peña, A., De Luque-Sánchez, A. y Molina-Rubio, A. (2004). Estrategias metodológicas para aplicar el modelo de la convergencia europea. *Res Novae Cordubenses: Estudios de Calidad e Innovación de la Universidad de Córdoba*, 2, 69-92.
- Osicka, R.M., Fernández, M.L., Valenzuela, A.M., Buchhamer, E.E. y Giménez, M.C. (2013). *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(1), 131-138.
- Pereira, R.A., Núñez, G. y Naranjo, J.A. (2017). La diversidad cognitiva como criterio de selección de equipos de aprendizaje cooperativo. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 32, 133-152.
- Pujolàs-Maset, P. (2005). Grupos cooperativos: el cómo, el porqué y el para qué del aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de Pedagogía*, 345, 50-54.
- Pujolàs-Maset, P. (2008). El aprendizaje cooperativo como recurso y como contenido. *Aula de Innovación Educativa*, 170, 37-41.
- Rascón-Gómez, M.T. y Cabello Fernández-Delgado, F. (2013). Hacia la construcción cooperativa de conocimiento libre. *Dedica. Revista de Educação e Humanidades*, 4, 87-107.
- Sánchez-Ruiz, N., González-Fernández, N. (2015). El uso del portafolio para desarrollar el aprendizaje cooperativo y la evaluación formativa en educación ambiental: Un estudio de caso en Bachillerato. *Profesorado: Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 19 (2), 389-407
- Silva, J. (2017). Un modelo pedagógico virtual centrado en las E-actividades. *RED.Revista de Educación a Distancia*, 53, 10, 1-20.

- Toledo, M., Camero, R.E., Durán, J., Villamizar, D. y Contreras, L. (2012). Diseño y aplicación de una práctica de fotosíntesis para estudiantes de biología celular del IPC-UPEL. *Revista de Investigación*, 76(36), 75-96.
- Trujillo-Sáez, F. y Ariza-Pérez, A. (Ed.) (2006). Experiencias educativas en aprendizaje cooperativo. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Varela-Losada, M., Pérez-Rodríguez, U., Álvarez-Lires, F.J., Álvarez-Lires, M.M. (2014). Desarrollo de competencias docentes a partir de metodologías participativas aplicadas a la educación ambiental. *Formación Universitaria*, 7(6), pp. 27-36.
- Vázquez-Alonso, A. (1990). Rendimiento académico y rendimiento objetivo en física y química de Bachillerato. *Enseñanza & Teaching*, 8, 145-164.
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M.A. (1992). La atribución causal del éxito y el fracaso escolar en Matemáticas y Física y Química de Bachillerato. *Enseñanza & Teaching*, 10-11, 237-258.
- Vázquez-Romero, B. (2012). Aprendizaje cooperativo: un reto para aprender, una manera de enseñar. *Revista de Investigación Universitaria*, 11, 93-98.
- Vilches, A. y Gil-Pérez, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 73-79.
- Vicente-Rodado, F., López-Luengo, M.A., Vallés-Rapp, C. (2014). Los rincones de trabajo como estrategia en la formación de maestros para la enseñanza de ciencias y su didáctica. *Tendencias pedagógicas*, 109-126